Pharmazeutisch-gebräuchliche

Coniferen-Blattdrogen

insbesondere Juniperus Sabina
und seine Verfälschungen

Inaugural-Dissertation

der hohen philosophischen Fakultät
der Universität Basel zur Erlangung
der Doktorwürde

vorgelegt von

Ant. Joseph Scholz
Apotheker aus Recklinghausen

DRUCK VON ROBERT NOSKE, BORNA-LEIPZIG
GROSSBETRIEB FÜR DISSERTATIONSDRUCK
1923

Genehmigt von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der phi
sophischen Fakultät auf Antrag der Herren Professoren Dr. H. Zörnig und Dr. G. Se

Basel, den 27. Februar 1923.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Prof. Dr. A. Buxtorf,
Dekan.

Curriculum vitae.

Am 2. März 1893 wurde ich, Anton Joseph Scholz, als Sohn des Bergwerksbeamten Joseph Scholz und seiner Ehefrau, Anna geb. Stoebe, jetzt wohnhaft zu Recklinghausen, zu Eikel (Westfalen) geboren. Im Herbst 1911 verließ ich das Gymnasium zu Recklinghausen mit dem Zeugnis für Primareife. Nach drei Praktikantenjahren bestand ich mein Vorexamen im Herbst 1914 und wurde gleich darauf zum Kriegsdienst eingezogen. Die vier Kriegsjahre verbrachte ich teils an der Front, teils in einem Sanitätsdepot und später als Leiter einer Lazarettapotheke.

Nach Kriegsende studierte ich vier Semester an der Universität München vom Frühjahr 1919 ab und beschloß meine Studien mit dem pharmazeutischen Staatsexamen im März 1921. Im Sommersemester des gleichen Jahres bezog ich die Universität Basel und begann hier die vorliegende Dissertation, welche gegen Weihnachten 1922 abgeschlossen wurde. Während meiner Studienzeit besuchte ich die Vorlesungen und Praktika folgender Herren Professoren und Dozenten: Doerr, Goebel, Grätz, Hegi, Hönigschmid, Paul, Senn, Wagner, Wien, Willstätter und Zörnig.

Allen meinen hochverehrten Lehrern danke ich bestens für die Förderung meiner Studien.

Die vorliegende Arbeit wurde in der Pharmazeutischen Anstalt der Universität Basel ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Professor Dr. Heinrich Zörnig

für die vielfache Unterstützung und Anregung, die er mir im Laufe der Arbeit immer hat zukommen lassen, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Desgleichen benutze ich die Gelegenheit, dem Herrn Professor Dr. Senn und Herrn Dr. Binz in Basel, den Herren Professoren Dr. Schröter und Dr. Rikli in Zürich, dem Herrn Professor Dr. Tschirch in Bern und dem Herrn Professor Dr. Roß in München für die mir zur Verfügung gestellte Literatur und das mir freundlichst überlassene Herbarmaterial gebührend zu danken.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

Allgemeines 6

Spezieller Teil.

I. Juniperus Sabina L. 12

II. Coniferenblätter, die teils als Verwechslung und Verfälschung von J. Sabina dienen, teils anderweitig pharmazeutische Verwendung finden.

1. J. phoenicea 25

2. J. thurifera 29

3. J. virginiana 32

4. J. communis 35

5. J. oxycedrus 37

6. Biota orientalis 39

7. Thuja occidentalis 42

8. Cupressus sempervirens 46

9. Taxus baccata 51

Handelsdrogen 55

Bestimmungsschlüssel I. Bestimmungstabelle für gebräuchliche Coniferenblattdrogen (Cupressineen und Taxus) in Speziesform und als grobe Pulver . 58

Bestimmungsschlüssel II. Tabelle zur Bestimmung von Coniferenblattpulvern (Cupressineen und Taxus) 61

Überblick und Schlußfolgerungen 65

Literaturverzeichnis 75

Einleitung.

Im Jahre 1884 machte der französische Forscher Collin zum ersten Male die Wahrnehmung, daß die französische Handelssabina nicht die echte Droge ist, sondern aus der im Äußeren ähnlichen, doch in ihren wirksamen Bestandteilen völlig ungleichen Juniperus phoenicea besteht.

Anläßlich einer Untersuchung im pharmazeutischen Institut der Universität Basel von 5 Proben französischer Handelssabina, die einem Schweizer Großdrogenhaus angeboten waren, wurde die Beobachtung gemacht, daß auch heute noch dieselbe Verwechslung in Frankreich kursiert, trotzdem Collin von seinen Beobachtungen in einer längeren Abhandlung im Journal der Pharmazie und Chemie vom Jahre 1901 Mitteilung und auf diesen Übelstand aufmerksam gemacht hat.

Wollte man die Sabinadroge an Hand der Angaben der verschiedenen Arzneibücher von Verwechslungen und Verfälschungen unterscheiden und als echte Droge diagnostizieren, so würde man in allen diesen amtlichen Werken vergeblich nach einem charakteristischen anatomischen Bild der Ganzdroge, geschweige denn nach einem Merkmale suchen, um die zerkleinerten Zweigspitzen als solche zu erkennen. Viele ähnliche Pulver von Coniferenblättern könnte man nach diesen Beschreibungen, die übrigens in anderen Werken, so der Realenzyklopädie der gesamten Pharmazie vom Jahre 1908, nicht viel besser sind, ebenso gut als echte Sabina in Pulverform ansehen.

Man darf sich daher nicht wundern, daß die Droge in Ländern, in denen sie nach Literaturbefunden selten echt im Handel anzutreffen ist, bei den Veterinären, die allgemein noch den ausgiebigsten Gebrauch von ihrer Wirksamkeit machen, sehr in Mißkredit geraten ist. So wiesen Perrot und Mongin im Jahre 1902 darauf hin, wie wenig in Frankreich Sabina eben wegen ihrer ständigen Verfälschung noch in der Tierheilkunde gebraucht wird.

Da es sich bei den Sabinablättern in vielen Ländern, so in der Schweiz, um eine offizinelle Droge handelt, scheint eine völlige Klärung des anatomischen Baues derselben sehr vonnöten, zumal beim Volk der Mißbrauch besteht, Sabina als Abortivmittel zu benutzen. Zum Nachweise solcher Mißbräuche stehen aber dem Gerichtssachverständigen nur mangelhafte Beschreibungen und Erkennungsmerkmale in den Arzneibüchern zur Verfügung, so daß er auf Grund der bisherigen Kenntnisse und unter Zugrundelegung der entsprechenden derzeitigen Literatur nur schwierig zu einem positiven Resultat kommen kann. Auf nähere, hierfür sprechende Angaben soll später im Text eingegangen werden.

Verschiedene Autoren versuchten es und bemühten sich, für die zerkleinerte Droge und ihre möglichen Verwechslungen oder für ähnliche,

verwandte Coniferenblätter Unterscheidungsmerkmale aufzustellen; doch klingen die Schlußsätze derartiger Untersuchungen wenig ermutigend. So sagt z. B. Lazarski 1880: „Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß wir nicht imstande sind, J. Sabina, J. virginiana, J. phoenicea, Biota orient., Thuja occident., J. communis, J. oxycedrus, Taxus baccata histologisch derart zu charakterisieren, daß man imstande wäre, alle von ihnen in zerkleinertem Zustande zu erkennen oder voneinander zu unterscheiden — eine Aufgabe, wie sie an den Pharmakognosten sehr häufig, hie und da auch an den Gerichtsarzt gestellt wird —."

Ähnlich schreibt Mitlacher 1904 in seinem Werke „Toxikologisch oder forensisch wichtige Pflanzen und vegetabilische Drogen": „Die Epidermis ist bei allen drei Spezies (J. Sabina, Biota orient., Thuja occident.) von gleichem Charakter, ebenso die übrigen Elemente, so daß bei total zerkleinertem Material (z. B. Pulver) durch die mikroskopische Untersuchung eine Differentialdiagnose mit absoluter Sicherheit nicht ausführbar ist. Dies wird aber in den meisten Fällen in toxikologischer bezw. forensischer Hinsicht insofern von geringerem Belange sein, als alle drei Pflanzen eine analoge Wirkung entfalten usw."

In nachfolgender Arbeit haben wir es unternommen, an Hand eingehender anatomisch-mikroskopischer Untersuchungen die gebräuchliche Droge J. Sabina durch solche Merkmale zu charakterisieren, daß sie mit Sicherheit selbst in feinem Pulver (Sieb VI Pharmakop. Helv. IV) erkannt werden kann. Gleichzeitig und in gleicher Weise haben wir unser Augenmerk auf die „giftigen" Taxusblätter und auf alle jene Cupressineenblattdrogen gerichtet, die entweder leicht mit Sabina verwechselt werden können oder die im Volke ähnlich wie Sabina verwandt werden und die sonstwie pharmazeutisches bezw. forensisches Interesse besitzen. Soweit es uns möglich ist, wollen wir anschließend an diese Forschungen prüfen, wie es heute in den einzelnen Ländern um die Sabinadroge des Handels steht.

Zur Untersuchung gelangten folgende Spezies:

A. Cupresseae.

Gattung Juniperus:
1. J. Sabina L.
2. J. phoenicea L.
3. J. thurifera L.
   J. thurifera var. gallica, De Coincy.
4. J. virginiana L.
5. J. communis L.
6. J. oxycedrus L.

Gattung Thuja:
7. Thuja occidentalis L.

Gattung Biota:
8. Biota orientalis Endl.

Gattung Cupressus:
9. Cupressus sempervirens L.

B. Taxineae.

10. Taxus baccata L.

Literatur.

Die reichlichen Literaturangaben führen wir in der Reihenfolge an, daß wir zuerst die rein botanischen und später die der angewandten Botanik besprechen, soweit sie speziell für unsere Arbeit Interesse haben.

Als eine der ersten bemerkenswerten Abhandlungen erschien 1860 Hildebrands Schrift „Über den Bau der Coniferenspaltöffnungen". Er stellte Untersuchungen an über die Verteilung der Stomata bei den verschiedenen Coniferenblättern und über die Lage der Schließzellen in bezug auf die Begleitzellen.

Ihm folgte 1865 Thomas mit seiner vergleichenden Anatomie der Coniferenlaubblätter. Aus diesen Forschungen ist hervorzuheben: 1. die Frage nach dem Vorkommen und nach der Zusammensetzung des rissigen Wachsüberzuges der Blätter. Genaueres über die Konstitution des Wachses wird nicht gesagt; 2. die Wechselbeziehung des Mesophylls zur äußeren Form des Blattes und bei den flachen Nadeln zur Stellung der Spaltöffnungen; 3. Vorkommen, Lage und Anordnung der Öldrüsen bei Cupressineenblättern.

Berthold (1875) schreibt in seinem „Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Coniferenblätter" über die Gestalt der um die Spaltöffnungen liegenden Epidermiszellen, über die Beschaffenheit des Hypoderms, über die Einlagerung des Gefäßbündels im Mesophyll und über die Ausbildung der Transfusionszellen bei Thujaarten.

Mahlert veröffentlichte 1885 eine Arbeit über die Anatomie der Laubblätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Mit größter Sorgfalt beschreibt dieser Autor die Entwicklung, den Bau und den mutmaßlichen Mechanismus der Spaltöffnungen und stellt zum ersten Male fest, daß fast alle Coniferen gleichartig gebaute Stomata besitzen und warum an den beiden Polen der Oberseite des Schließzellpaares fühler- oder ankerförmige Häkchen erscheinen. Ferner unterscheidet er die verschiedenen Blätter nach der Form der Mittelwand der Schließzellen an den Polen. Die Cupressineenblätter wurden nur insoweit behandelt, wie sie für die eigentlichen Ziele des Autors Interesse hatten. Unsere Untersuchungen haben eine andere Fragestellung und erfordern daher einen weiteren Rahmen.

Klemm (1886) bringt in seinen mehr allgemein gehaltenen Untersuchungen über den Bau der beblätterten Zweige der Cupressineen viele beachtenswerte und wichtige Ergebnisse. Er stellt Übereinstimmung fest zwischen dem jeweiligen Bau der Kurztriebe und der Anordnung ihrer Gewebe. Die Spaltöffnungen kommen nach ihm nur an den nicht direkt bestrahlten Stellen vor; eine zweite Schattenregion mit Spaltöffnungen ist am Grund der dekussierten Blattbasen, wenn und soweit dieselben von den Blättern des nächstunteren (Biota, Thuja) oft auch noch des zweitunteren Wirtels (Cupressus, Juniperus sect. Sabina) bedeckt werden.

Der Zusammenhang des Verlaufes des Transfusionsgewebes mit der Blattform liegt darin, daß dasselbe unabhängig vom Leitbündel, mit welchem es nur an der Spitze stets in Verbindung ist, parallel zu den

Blatträndern verläuft; daher die flügel- oder saumartige Anordnung dieses Gewebes.

Transfusionszellen mit normalen Hoftüpfeln bei Thuja.

Transfusionszellen mit wurzelförmigen Fortsätzen der Wallränder der Hoftüpfel bei Biota, Cupressus und Juniperus.

Klemm macht auf die gesonderte Betrachtung von Lang- und Kurztrieben aufmerksam, ohne jedoch auf eine Beschreibung der ersteren einzugehen, wie wir sie in unserer Arbeit benötigen.

Strübing (1888) bringt einige für uns brauchbare Bemerkungen über die Verteilung der Spaltöffnungen bei Schuppen- und Nadelblättern von J. Sabina, J. phoenicea, J. virginiana, Cupressus semp., Thuja occident. und Biota orient.

Frau E. Schwabach (1902) bearbeitete die Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen der Coniferen. Über die Verholzung der Verdickungslamellen und über die fühlerförmigen Polfortsätze sagt sie nichts. Wir verzichten deshalb darauf, den Inhalt der Arbeit hier näher anzuführen, und beschränken uns in betreff der Spaltöffnungen auf die für uns wichtigen und eingehenden Angaben Mahlerts.

Die Arbeit Prauses (1909) „Beiträge zur Blattanatomie der Cupressineen" nähert sich schon praktischen Schlußfolgerungen insofern, als der Autor an Hand der verschiedenen Ausbildung der Transfusionszellen, nach der Existenz und nach der Anzahl der Bastfasern am Rande des Phloëms in Nadel- und Schuppenblättern und nach der Lage des Harzganges Gattungscharakteristika aufstellt. Die einzelnen Arten werden unterschieden nach der Länge des Ölganges und nach seinem Beginn von der Blattspitze ab gerechnet, nach der Dicke der Kutikula und der hypodermalen Bastschicht, nach der Größe der Spaltöffnungen und nach einer konstanten Anzahl der etwa vorhandenen Bastfasern am Phloëmrande.

Kichner, Löw und Schröter, „Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas" benutzten wir in den Resultaten ihrer Untersuchungen über J. Sabina, J. phoenicea, J. communis, J. oxycedrus, Cupressus semp., soweit diese Angaben pharmakognostisch verwertbar sind.

Im Sinne der angewandten Botanik unternahm es zuerst Lazarski (1880), die gebräuchlichen Coniferenblätter in toto und zerkleinert zu beschreiben und zu charakterisieren. Trotz guter Einzelresultate entgingen ihm doch wichtige Unterscheidungsmerkmale, so daß er zu dem oben zitierten Schlußsatz von der Unmöglichkeit einer Differenzierung gepulverter Coniferenblätter kam.

Wenige Jahre später deckte Collin, wie eingangs erwähnt, die Verfälschungen der französischen Handelssabina auf.

1902 erschienen im Bull. des Sciences Pharmac. Perrot und Mongins Arbeiten über die echte Sabina und ihre beiden Unterschiebungen J. phoenicea und J. thurifera. Ihre Untersuchungen erstrecken sich auf äußere Merkmale, auf den Lupenquerschnitt und auf das schwach vergrößerte mikroskopische Bild. Auf genaue Details des

letzteren, wie es für eine Charakterisierung des Pulvers wichtig ist, gehen die Autoren nicht ein, da sie ja nur eine Beschreibung der Ganzdroge bringen. Im Hauptteil unserer Arbeit müssen wir uns näher mit diesen Abhandlungen befassen und geben daher an dieser Stelle nur einiges aus dem Vorwort obiger Arbeit (Perrot und Mongin) wieder. Die Verfasser weisen darauf hin, wie schwierig eine Beschreibung der Juniperus sect. Sabina in den wissenschaftlichen Werken zu erlangen ist und daß auch das Herbarmaterial durch falsche Bestimmung manche Irrtümer mitverbreitet hat. Sie berichten von zahlreich angetroffenen unrichtigen Bezeichnungen in Herbarien und botanischen Gärten, heben die Wichtigkeit der Sabinadroge hervor und setzen sich das Ziel, die unzerkleinerte Sabina durch gute Identitätsmerkmale zu kennzeichnen.

Für eine spätere Zeit stellen sie eine vergleichende Anatomie aller Juniperusblätter in Aussicht. Bis heute ist unseres Wissens eine derartige Arbeit jedoch nicht erschienen.

Tschirch und Stempowski veröffentlichten 1903 einen Schlüssel zur Erkennung der Coniferenblätter an Hand des Querschnittes, des Vorkommens, des Fehlens und der Verteilung der vorhandenen Harzgänge. Die Resultate dieser Untersuchungen kommen für unsere Arbeit nicht in Betracht, da sie sich hauptsächlich auf die Harzgänge beziehen.

Von Mitlachers (1904) Untersuchungen und seinen Schlußfolgerungen haben wir bereits in der Einleitung Gebrauch gemacht.

In einer vergleichenden Studie über die Sabinablätter des Handels spricht Freemann (1906) von den Schwierigkeiten beim Vergleiche der Coniferenzweige ohne Zuhilfenahme der Früchte, da die Coniferen selbst in ein und derselben Spezies unter verschiedenen Bedingungen des Bodens und des Klimas sowohl in der Tracht als auch in der Form und Anordnung der Blätter sehr differieren, z. B. J. communis. Andererseits sehen Pflanzen verschiedener Abstammung oft sehr ähnlich aus: J. Sabina, J. phoenicea und J. thurifera. In England wird die typische Sabina und ihre Varietät J. Sabina var. tamariscifolia hauptsächlich für medizinische Zwecke angebaut.

Im Pharmaceutisch Weekblad 1922 weist De Waal auf die ankerförmigen Pole und auf die Verholzung der Verdickungslamellen der Schließzellen von J. Sabina hin. Er leitet aus diesen für alle Coniferen zutreffenden Eigentümlichkeiten ein Charakteristikum ab zur Erkennung von Sabina und beweist durch diesen Fehlschluß von neuem den Mangel der heutigen Arzneibuchbeschreibungen betreffs der Sabinadroge.

Wir beschränken uns auf diese Literaturangaben, deren Zahl hiermit noch nicht erschöpft ist. Es liegen noch einige Spezialarbeiten über Coniferenblätter vor, z. B. von Bertrand, Daguillon, Noack und Zang, doch kommen deren Resultate für unsere eigentlichen Untersuchungen kaum in Betracht.

Auf jeden Fall läßt sich aus oben Angegebenem die Berechtigung herleiten, nochmals eine genaue anatomische Untersuchung und Nachprüfung der bisherigen Resultate über Sabina und ihre als Verfälschung in Betracht kommenden Verwandten in pharmakognostischem und toxikologischem Interesse vorzunehmen.

Allgemeines.

Das Material für unsere wissenschaftlichen Untersuchungen entstammt den Herbarien und botanischen Gärten der Universitäten Basel und München und den Sammlungen der Eidgenössischen technischen Hochschule Zürich. Von jeder Spezies stand uns somit zum Vergleich reichliches Pflanzenmaterial, in den verschiedensten Ländern gesammelt, zur Verfügung, so daß wir in der Lage waren, nachzuprüfen, ob Klima, Höhenlage und andere Bedingungen die charakteristischen Merkmale der hier beschriebenen Drogen etwa beeinflussen.

Außerdem wurden viele Handelsmuster (Sabina) geprüft. Zur Erkennung der Ganzdroge berücksichtigten wir ferner die Früchte mit der Beschränkung auf die Morphologie und das Lupenbild derselben. Die geringe Anzahl Früchte im Verhältnis zur Blattware, wie sie fast immer in Handelsmustern angetroffen wurden, spielt für die Pulveranalyse mit gewissen Ausnahmen (siehe Sabina) kein ausschlaggebendes Moment.

Um Irrtümer in der Benennung der Spezies auszuschalten, führen wir in jeder Einzelabhandlung ihre Synonyma an, für welche maßgebend waren:

1. Index Kewensis,
2. Beißner, Handbuch der Nadelholzkunde.

Um das Herbarmaterial weich und schnittfähig zu machen, wurde es entweder einige Tage in ein Gemisch von gleichen Teilen Glyzerin, Alkohol und Wasser gelegt oder 30 Minuten lang in der gleichen Flüssigkeit erwärmt. Längeres Einhängen in Wasserdampf führte zum gleichen Ziel.

Zur Zerkleinerung der Pflanzenteile diente eine kleine Handmühle, oder die im Exsikkator getrockneten Blätter und Zweige wurden im Mörser so lange zerstampft, bis durch Sieben und Zerstoßen alles stets restlos auf die entsprechenden Siebnummern zerkleinert war.

Die Zeichnungen im Text sind größtenteils schematisiert und gemäß den Anforderungen an ihren Zweck jeweils entsprechend vergrößert. In Fig. 1 erfolgt die Erklärung der einzelnen schematisierten Elemente, wie sie zum Verständnis der Quer- und Längsschnittbilder erforderlich ist.

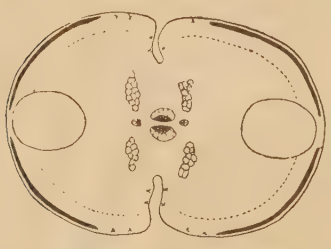

Fig. 1. Querschnitt durch die Mitte der Längsachse eines Schuppenblattpaares (Typ 1) von J. Sabina.

bedeutet: Hypodermfaserschicht.
x „ Spaltöffnung.
„ Transfusionsgewebe.
„ Grenze des Palisadenparenchyms.
„ Öl- oder Sekretraum.

Da unsere anatomischen Einzelbeschreibungen größtenteils auf dem Querschnittsbild basieren, trachteten wir danach, einen Standardquerschnitt zu bekommen, der bei späterem Vergleich stets als Norm zugrunde gelegt werden kann. Wie manche Schwierigkeiten früherer Autoren zeigen,

ist es bei sproßverwachsenen, kreuzweise gegenständigen Blattpaaren oder bei alternierenden Dreierquirlen mit dachiger Deckung und ungleicher Entwicklung der Einzelwirtel gar nicht so leicht, zu dem gewünschten Normaltyp zu kommen. Wenn aber dazu noch verschiedene Blattformen und zweierlei Wirtel mit verschieden gebauten Einzelblättern (Thuja occident.) vorliegen, sind entsprechend der Individualität der Blätter oft zwei und mehrere Schnittnormen nötig.

Zur Erlangung eines brauchbaren Standardquerschnittes wurde zunächst ein Blattpaar ausgelesen, das unter seinesgleichen sowohl in der äußern Form als auch in seinen Ausmaßen als Normaltyp vorlag. Durch die Mitte der Längsachse, gemessen am Einzelblatt, legten wir dann, wie üblich, unsern Querschnitt. Kommen aber mehrere ähnliche Blatttypen am gleichen Sproß vor, so kann man entweder jeweilig einen neuen Querschnittsplan entwerfen, oder aber man kann, um Verwirrung zu vermeiden, alle Angaben auf den Standardschnitt einstellen. Gehen die Unterschiede jedoch am gleichen Sproß oder bei der gleichen Spezies so weit auseinander, daß Extreme zwischen sproßverwachsenem Schuppenblatt und freistehendem Nadelblatt entwickelt sind, so können nur weitere charakteristische Querschnittsbilder Klarheit und Ordnung in die Vielheit der Formen bringen.

Außer dem Querschnitt durch die Blattmitte wurden natürlich Schnitte durch die Spitze, Basis und in der Längsrichtung des Blattes zur Auffindung möglicher Unterscheidungsmerkmale nicht vernachlässigt.

Zur Orientierung und Einführung in den speziellen Teil unserer Arbeit geben wir in kurzen Zügen ein allgemeines Bild über die äußere Form und die verschiedenen Gewebe eines Cupressineenblattes.

Zur Ausbildung kommen bei den Cupressineen teils quirlständige Nadeln, teils dachig angeordnete, mehr oder weniger sproßverwachsene Schuppenblätter, die paarweise kreuzgegenständig sind oder die in Dreierwirteln untereinander alternieren, wobei meist die freien Spitzen der Blätter des untern Quirles die Basen der nächsthöheren Blätter bedecken. Der Bau der Kurztriebe ist radiär (Juniperus und Cupressus), bilateral (Biota) und dorsiventral (Thuja), während die Langtriebe immer radiär gebaut sind. Auf derselben Pflanze können Nadel- und Schuppenblätter vorkommen.

Die Form der ersteren ist lang lineal mit spitzigem Ende; die Schuppen sind kurz eiförmig mit allen möglichen Übergängen bis rhombisch lanzettlich, ihre flache bis schwach konkave Innen-(Ober-)seite kann bis zu $^4/_5$ mit dem Sproß verwachsen. Die Außen-, Unter- oder Rückenseite ist meist vorgewölbt und besitzt in der mittleren Längsrichtung eine als Höcker vorstehende Öldrüse oder einen als Furche eingesenkten Sekretgang. Im Querschnitt erkennt man die Oberseite bezw. die dem Stamm zugekehrte Seite des Blattes daran, daß hier das Xylem im Leitbündel zuoberst liegt.

Hautgewebe. Die Epidermis besteht aus einer einfachen Schicht verhältnismäßig weitlumiger, polygonal-tafelförmiger oder langer, schmaler Zellen mit axialer Streckung. In den Spaltöffnungszonen gilt diese Regel

jedoch nicht, da hier die Zellen meist kürzer und ohne bestimmte Orientierung sind. Bei allen Oberhautzellen sind die Längs- und Seitenwände geradlinig und mehr oder weniger stark getüpfelt, nur die Flächen mit den Stomata zeigen in der Tüpfelung oft bei demselben Blatt bemerkenswerte Abweichungen. Im Querschnitt sind die Innen- und Seitenwände der Epidermiszellen besonders auf dem Blattrücken meist verholzt.

Die Kutikula, in deren äußerer Schicht reichlich kleine Oxalatkristalle lagern, ist bei diesen immergrünen Blättern verhältnismäßig dick und stets von einer dünnen, rissigen Wachsschicht überzogen.

Haare fehlen den Cupressineen vollständig zum Unterschied von andern Coniferen, bei denen an jungen Sprossen reichlich Trichome auftreten können, wie wir es z. B. bei Abies balsamea beobachteten.

Die Spaltöffnungen finden sich bei Schuppenblättern auf der Oberseite in zwei, durch ein freies Mittelfeld getrennten, aber an der Spitze zusammenstoßenden Feldern und meist auch im untern Teil der Rückenseite in zwei getrennten Streifen oder in einem Querbande. Bei den Nadeln ist gewöhnlich die Oberseite von einem oder zwei Spaltöffnungsfeldern bedeckt. Innerhalb dieser Spaltöffnungsbahnen können die Stomata reihenförmig oder zerstreut liegen; die einzelnen Spalten der Stomata können parallel zueinander in der Achsenrichtung des Blattes liegen oder ohne bestimmte Orientierung verlaufen.

Der Bau des Schließzellapparates wurde von Mahlert eingehend beschrieben. Zum Verständnis desselben und bei der Wichtigkeit der Spaltöffnungen für unsere Arbeit können wir nicht umhin, die Angaben Mahlerts hier auszugsweise und in Kürze wiederzugeben, zumal in unserem Hauptteil der Ausdruck „Coniferenspaltöffnungstyp" gebraucht wird, zu welcher Bezeichnung und Verallgemeinerung wir nach dem zitierten Autor und nach unsern eigenen umfangreichen Untersuchungen, auf die wir später zurückkommen werden, wohl berechtigt sind.

Betreffs der Entwicklungsgeschichte verweisen wir auf Mahlerts Originalarbeit. Im nachfolgenden die Ergebnisse der Untersuchungen dieses Autors über den Bau und die Eigentümlichkeiten der Coniferenspaltöffnungen:

„Das Schließzellenpaar bildet, wie Kraus schon für die Cycadeen nachgewiesen hat, von der Fläche aus gesehen, eine Ellipse, die an den Polen, dort, wo die beiden Zellen zusammenschließen, eingekerbt ist und deren Größe bei den verschiedenen Gattungen wechselt.

Die beiden Schließzellen einer jeden Spaltöffnung sind vollkommen gleich geformt, und zwar so, daß die eine das Spiegelbild der andern ist. Sie legen sich mit geraden Flächen aneinander, die senkrecht gegen die Blattoberfläche gerichtet sind und die ich ihrer Lage wegen als Innenwände bezeichnen möchte.

Die der Blattoberfläche zugekehrte Seite des Schließzellpaares, also die Oberseite, ist sattelförmig gekrümmt, so daß in der Längsansicht (Fig. 2) der mittlere Teil der Oberseite so gebogen ist, daß die Konvexität nach unten liegt, wohingegen im Querschnitt, der aus der

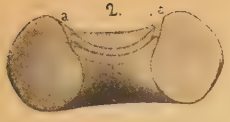

Fig. 2. Längsansicht der Schließzelle von Taxus, von der Zwischenwand aus (Mahlert).

Mitte genommen ist, die Konvexität der oberen Zellenwand nach oben gerichtet ist.

Da nun die Oberseite in der Mitte sattelartig vertieft ist und der mittlere Teil der Unterseite sich nach dem Spalt zu erhebt, so liegt im Umfang desselben nur ein schmaler Membranstreifen, während an den Polen, wo die Oberseite nach oben gekrümmt ist und die Unterseite eine ebene Fläche senkrecht zur Innenwand bildet, sich die Zellen mit ebenen, breiten Flächen aneinander legen.

Behandelt man die Schnitte aus den Spaltöffnungsbahnen mit Phloroglucin und Salzsäure, so färben sich alle verholzten Zellwände rot, also anch die Schließzellen.

Fig. 3. Flächenansicht der Oberseite des Schließzellpaares von Taxus (Mahlert).

Bei näherer Betrachtung ergibt sich, daß die Färbung nicht die ganze Zellmembran durchsetzt, sondern Stellen derselben ungefärbt bleiben, welche demnach unverholzt sein müssen. So verläuft bei jeder Schließzelle am äußeren Rande ein heller Streifen, der, wie schon Schwendener nachwies, aus Zellulose besteht. Dieser Zellulosestreifen gehört der Oberseite an (Fig. 3), ist auch nur auf den Flächenansichten zu erkennen, die von der Blattfläche aus betrachtet werden. Bei Schließzellen, die flach und niedrig sind oder von oben gedrückt werden, wird der Streifen an den äußern, seitlichen Rändern solcher Flächenansichten sogar von der verholzten Unterseite, die beim Druck seitlich hervortritt, verdrängt. Auf den Seiten der Schließzellen verläuft der Zellulosestreifen nahe am untern Rande in gleicher Höhe, wendet sich an den Polen nach oben, setzt sich auf den steilen Seiten unterhalb der obern Zellgrenze fort, indem er sich dem Spalt nähert und in demselben verschwindet (Fig. 2), so sieht man, daß der Zellulosestreifen in die Spalte einbiegt, bei a im Membranstreifen der Mitte auftritt und dann in der unter demselben gelegenen Einbuchtung verläuft; er ist aber hier kutikularisiert.

Durch den Zellulosestreifen werden auf den Seiten des Schließzellpaares zwei verholzte Lamellen von der übrigen zusammenhängenden Membran getrennt. Diese Seitenlamellen sind, wie aus der Form der Zellen hervorgeht, gegeneinander geneigt und legen sich in der Mittellinie, wenn die Spalte geschlossen ist, mit den oben erwähnten schmalen Streifen aneinander. Vielleicht wird das Öffnen des Spaltes allein durch Heben dieser Seitenlamellen bewirkt, während der übrige Teil der Schließzelle seine Lage fast gar nicht verändert. Auf der Flächenansicht erkennt man, daß diese beiden Lamellen rings von der ungefärbten Zellulosemasse umschlossen sind. Da letztere aber an den Polen sich vom Rande ab und dem Spalt zuwendet und auch nicht auf der Höhe der Zellen verläuft, so liegt zwischen den Zellulosestreifen vom Spalt nach den Polen hin ein Stück verholzter Membran, welcher am Rande ziemlich breit ist, oft sogar noch rechts und links von der Längsachse

hörnchenartige Fortsätze aufweist, aber nach dem Spalt zu, wo die Zellulosestreifen näher zusammenrücken, sehr schmal wird (Fig. 3).

Über den Schließzellen befindet sich die äußere Atemhöhle, die von den angrenzenden Epidermiszellen gebildet wird. Die Kutikula, die diesen Vorhof auskleidet, breitet sich auch fußförmig über die Schließzellen aus und setzt sich in die Spalte fort. Nie fand ich sie auf der Oberseite weiterreichend als bis an den Zellulosestreifen; auch in der Spalte scheint sie sich nie über die Verholzung der Unterseite auszudehnen, sondern auf die Einbuchtung unterhalb des Spaltes zu beschränken."

Assimilationsgewebe. Das Mesophyll der Cupressineen ist je nach der äußeren Blattform, nach der Blattbasis, Blattmitte oder Spitze, nach Ober- und Unterseite verschieden ausgebildet. Palisaden bis zu zwei Schichten treten an der vom Licht getroffenen Unterseite auf. Das übrige Mesophyll ist wenig unterschiedliches, reich mit Interzellularräumen durchsetztes Parenchymgewebe, das in seiner radiären Anordnung zum Leitbündel von K l e m m Zu- und Ableitungsparenchym genannt wird.

Die Membranen aller Parenchymzellen sind mit zahlreichen kleinen Oxalatkristallen inkrustiert.

Sekretionsgewebe. Die Cupressineenblätter führen im allgemeinen einen wesentlichen, parallel zu ihrer Längsachse verlaufenden Sekretraum, der stets auf der Blattunterseite liegt und entweder vollständig von Parenchymzellen umgeben ist oder ans Hypoderm bezw. direkt an die Epidermis grenzt. Der Querschnitt des Ölganges ist rundlich oder elliptisch, während sein Längsschnitt bei schuppenförmigen Blättern kugelig oder länglich eiförmig ist und in den Nadeln als langer Gang, der bei einzelnen Spezies sogar in den Sproß hinabsteigt, entwickelt sein kann.

Neben dem wesentlichen Harzkanal können bei einzelnen Spezies akzessorische, seitliche Gänge von jeweilig geringeren Ausmaßen, als der Hauptgang sie hat, auftreten. Ausgekleidet sind die Sekreträume mit dünnwandigen, nach innen vorgewölbten Epithelzellen, um die manchmal eine Scheide von einer oder mehreren Lagen meist dickwandiger, zuweilen auch verholzter Parenchymzellen liegt.

Leitungsgewebe. Die Cupressineenblätter sind durchzogen von einem unverzweigten kollateralen Leitbündelstrang ohne besondere Parenchymscheide, wie man sie bei andern Nadelholzblättern, z. B. Pinus und Abies, antrifft. Bei den sproßverwachsenen Schuppenblättern verläuft dieser Blattspurstrang vom allgemeinen Bau der Coniferen-Blattleitbündel basal in nächster Nähe des Sproßbündels, erst im ersten Drittel von der Basis ab gerechnet oder etwa in der Mitte der Schuppe tritt dieses Leitbündel ins Blattinnere ein, in dem es sich meist parallel zur Blattinnenseite hinzieht und etwas unterhalb der Spitze desselben endet.

Das Sproßleitbündel mit verholzten Bastfasern im Phloëm ist mit dem übrigen Gewebe meist verknüpft durch einen Mantel verdickter und chlorophylleerer Parenchymzellen.

Sekundärnerven fehlen, dafür besitzen die Cupressineenblätter ein eigenartiges System stets verholzter Tracheïden oder tracheïdaler Zellen mit meist behöften Tüpfeln, das den Namen Tracheïdensaum oder

Transfusionsgewebe führt und das der gleichmäßigen Abgabe von Wasser an das Mesophyll dient.

Dieses für alle Cupressineenblätter charakteristische Gewebe ist mit dem Leitbündel stets an der Spitze verbunden. Es verläuft rechts und links vom Leitbündel in der Ebene der Blattflächen entweder direkt am Blattspurstrang entlang oder davon entfernt parallel zu den Blatträndern. Im basalen Schuppenblatteil, der, wie oben beschrieben, meist ohne Leitbündel ist, kann das hier mächtig entwickelte Transfusionsgewebe verschiedenen Verlauf und Abschluß zeigen.

Merkwürdig ist meist die Innenmembran der einzelnen Transfusionszelle ausgestaltet; sie kann ganz glatt sein, hat jedoch bei manchen Spezies typische Auswüchse in Form von Zapfen, Höckern und leistenartigen, netzförmig verzweigten Auflagerungen. Ebenso können auf den Wallrändern der Hoftüpfel die verschiedenartigsten Vorsprünge entwickelt sein in Gestalt gerader und gekrümmter, mehr oder weniger langer Fortsätze.

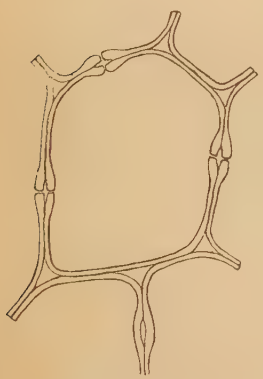

Fig. 4. Querschnitt durch eine Transfusionszelle von Thuja occident.

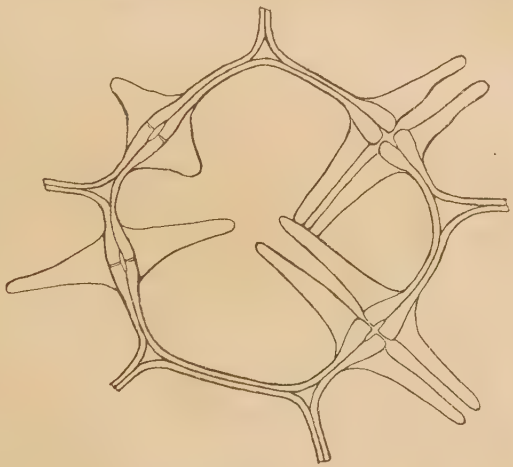

Fig. 5. Querschnitt durch eine Transfusionszelle von Juniperus phoenicea.

Da für unsere Arbeit der Bau dieser Transfusionszellen als Diagnostikum von besonderer Wichtigkeit ist, bringen wir hier vorweg zwei Zeichnungen, von denen Figur 4 eine solche Zelle von Thuja occident. zeigt, die frei ist von jeglichen Innenmembran- und Wallrandauswüchsen, während Figur 5 (J. phoenicea) im Gegensatz dazu besonders lange Auswüchse der den Hof umschließenden verdickten Partien der Zellwand besitzt. Zwischen diese beiden Typen lassen sich alle andern Ausbildungsmöglichkeiten der Transfusionszellen einschieben; wir werden im Text auf Figur 4 und 5 Bezug nehmen. Beide Zeichnungen sind im gleichen Größenverhältnis wiedergegeben.

Festigungsgewebe. Unter der Epidermis und fest mit derselben verbunden liegt regelmäßig auf der Blattrückenseite und als Verstärkung in den Rändern und in der Spitze jedes Blattes eine ein- bis dreischichtige,

meist zusammenhängende Lage, „die Schicht stark verdickter Zellen", wie Thomas sie zuerst nannte. Dieses der Spaltöffnungszone fehlende Hypoderm, auch Stereïdenschicht geheißen, kann über dem Ölgang durchlaufend oder unterbrochen sein.

Die Einzelelemente dieses Bastfaserbelages zind lange Fasern mit einfachen oder verzweigten Enden. Ihre Wände sind verschieden stark verdickt, getüpfelt, entweder unverholzt, oder nur in den Außenschichten oder endlich vollständig verholzt.

Daneben findet man bei einzelnen Spezies am Phloëmrande Gruppen großer, meist unverholzter Bastfasern und im Parenchym eingeschlossene Steinzellen einzeln oder in lockeren Gruppen.

Eine weitere mechanische Schutzeinrichtung des Blattes beschreibt Klemm: „Die Zellen des Mesophylls des Grundes der herablaufenden Blattbasen entbehren des Stereïdenhypoderms, haben dafür aber innere mechanische Einrichtungen, nämlich kollenchymatisch verdickte Zellen.„

Spezieller Teil.

I. Juniperus Sabina L.

Syn.: Sabina officinal, Garcke — Junip. Sabina, A. vulgaris Endl.
Junip. lusitanica Miller — Junip. vulgaris Ant.
Junip. foetida Sab. Spach.
Genevrier sabine (franz.) — Savin Juniper (engl.).

Material: Pharm. Anstalt, Basel; Bot. Anstalt, Basel; Bot. Institut der Eidg. techn. Hochschule Zürich;
Bot. Institut, München;
Bot. Gärten: Basel, Zürich und München.

Handelsmuster: Schweiz, Deutschland, Frankreich, Spanien und England.

Juniperus Sabina, ein sehr stark xerophytisch ausgebildetes Holzgewächs, kommt entweder vor als Strauch mit schräg aufwärts strebendem Stämmchen und breiter Krone oder als liegender, fast kriechender, ausgebreiteter Busch mit aufgerichteten Zweigspitzen. Nach dem Material des Staatsherbariums München (Willkomm it. hispan. secund. Nr. 466) existieren in Spanien hohe Sabinabäume. Als Droge werden von den Arzneibüchern die Zweigspitzen des Strauches gefordert. Die Pharmakopoea Nederlandica schreibt als Sammelzeit den Frühling vor. Aufnahme fand die Droge unter verschiedener Bezeichnung in den Arzneibüchern folgender Länder:

Herba Sabinae: Griechenland, Niederlande, Österreich, Schweiz.
Frondes Sabinae: Ungarn.
Ramuli Sabinae: Dänemark.
Summitates Sabinae: Belgien.
Sabina: Amerika (1890), Italien, Kroatien, Portugal, Rumänien.
Sabine: Frankreich.

Gleich mannigfaltig wie die Wuchsformen der Pflanze ist auch die Ausbildung der dunkelgrünen Blätter an den meist buschig zusammenstehenden Zweigspitzen. Bei Durchmusterung von zahlreichen lebenden Pflanzen und größeren Mengen Handelsdroge fanden wir stets 5 verschiedene Blattformen mit entsprechenden Übergängen an den für arzneiliche Zwecke gebräuchlichen Zweigspitzen, während man bei Herbarmaterial nur selten große Unterschiede in den Blattformen wahrnimmt. Gewisse Blattformen herrschen an der lebenden Pflanze und dementsprechend auch in der Droge vor.

Die folgenden 5 beschriebenen Typen veranschaulichen die Form und Stellung der Blätter. Um später Wiederholungen zu vermeiden und zur bessern Orientierung schließen wir ans makroskopische Bild die mikroskopische Beschreibung über die Lage der Spaltöffnungsfelder bei den einzelnen Blattypen an.

Typ 1 (Fig. 6) mit kurzen, beinahe rhombischen, enganliegenden, schuppenartigen, dachziegelförmigen Blättchen, die kreuzgegenständig in vier rechtwinklig voneinander divergierenden Geradzeilen angeordnet sind. Dreierquirle kommen bei diesem Typ nicht vor.

Fig. 6. Enganliegende Schuppenblätter.

Fig. 7. Abstehende Schuppenblätter.

Fig. 8. Schuppennadeln.

Fig. 9. Langtriebblätter.

Fig. 6—10 Blattypen von J. Sabina L. (alle Zweigstücke von ein und demselben Strauch entnommen).

Das Einzelblättchen ist bauchseits fast zu $^3/_4$ mit dem Sproß verwachsen, während sich die Flanken innerhalb jedes Blattpaares in der Verwachsungszone berühren. Die stumpfe Spitze jedes Blättchens deckt in der Geradzeile die Basis des nächsthöheren Wirtels. Auf der stark gewölbten Rückenseite ein stumpfer Kiel, in dessen leichter Vertiefung eine ovale Öldrüse liegt.

Spaltöffnungen auf der nicht verwachsenen, etwas gehöhlten Innenseite in mehrreihigen Längsstreifen rechts und links von einem breiten, freien Mittelfelde mit Fortsetzung und Vereinigung zur Spitze hin. Auf der Rückenseite ebenfalls zwei Streifen rechts und links von einem spaltöffnungsfreien Mittelfelde (Kiel). Diese Streifen ziehen sich von der Basis bis ungefähr auf die Höhe der obern Grenze des Ölganges.

Typ 2 (Fig. 7) längliche, mehr lanzettliche als rhombische Blätter mit ausgeprägter dreieckiger Spitze in gleicher Stellung wie Typ 1. Dreierquirle beobachteten wir auch bei diesem Typ, der neben Typ 1 den Hauptbestandteil der Droge ausmacht, nie.

Die Blattspitze deckt hier nicht die Basis des höheren Wirtels der Geradzeile, sondern sie liegt auf der Verwachsungsstelle der Blattränder des nächstkreuzenden Wirtels.

Fig. 10.
Nadelblätter.

Einzelblättchen bauchseits bis über die Hälfte der Blattlänge mit dem Sproß verwachsen, Spitze hier und da unvermittelt von der Achse abstrebend. Öldrüse länglich in einer leichten Vertiefung des flachen Kieles der gewölbten Rückenseite. Spaltöffnungsfelder wie bei Typ 1.

Typ 3 (Fig. 8). Mit längeren, lanzettlichen Einzelblättchen, deren Innenseite aber nur noch zu $^1/_3$ oder $^1/_4$ der Blattlänge mit dem Sproß verwachsen ist. Der obere Blatteil mit der lang ausgezogenen Spitze biegt bei manchen Zweigen nur wenig, bei andern weit vom Sproßteil ab. Neben der Anordnung in vier Geradzeilen wie bei Typ 1 und 2 fanden wir hier, hauptsächlich an kräftig entwickelten Sprossen, zahlreiche Zweige mit ausgesprochenen Dreierquirlen.

Rückenseits in einer schwachrinnigen Vertiefung eine längliche Öldrüse. Verteilung der Spaltöffnungsfelder wie bei Typ 1: auf der freien Blattinnenseite reichen die Streifen bis zur Verwachsungsstelle mit dem Sproß, während sie auf der Rückenseite ungefähr von der Mitte der Länge der Öldrüse bis zur Blattbasis verlaufen.

Typ 4 (Fig. 9). An schnell aufgeschossenen Zweigen sehr lange, lineale, so innig mit dem Sproß verwachsene Blätter, daß oben nur ein mehr oder weniger langes, abstehendes dreieckiges Spitzchen derselben frei bleibt. Rückenseite mit einem deutlichen Kiel, beiderseits desselben meist eine breite Längsfurche von der Basis bis zur oberen Grenze des langen Ölganges, der in diesem Kiel als leichte Vertiefung sichtbar ist. Dreierquirle sind bei Typ 4 häufig.

Anordnung der Spaltöffnungsfelder auf der leicht gehöhlten Innenseite wie bei Typ 1, rückenseits in den oben beschriebenen Längsfurchen.

Blattspitze stark ausgeprägt. An der Verwachsungsstelle der Blattränder eine feine Längsrinne. Aus solchen Zweigen sprossen wieder Seitentriebe mit Blattpaaren vom Typ 1 oder 2.

Typ 5 (Fig. 10). Nadelförmige, weit abstehende, etwas herablaufende Blätter an kleinen, stark verästelten Zweigspitzen meist im stark beschatteten Innern des Strauches. Da wir diesen Blattyp in fast allen unsern Handelsmustern antrafen und diese vom üblichen Sabinatyp ganz unterschiedlichen Blätter leicht für eine Verwechslung mit andern Coniferennadeln gehalten werden könnten, müssen wir auch diesen Blattyp

eingehender behandeln. Nach Schröter sind die Sabinanadeln im Gegensatz zu den Nadelblättern von J. communis nicht gegliedert. Man trifft an lebendem Material Zweige, bei denen diese kreuzgegenständigen, in vier Geradzeilen stehenden Blattpaare unvermittelt wieder in Typ 1 oder 2 übergehen.

Das Einzelnadelblatt ist lang, lineal, spitz zulaufend, mit scharfer Stachelspitze am oberen Ende, basal etwas am Sproß herablaufend, innenseits nur wenig mit demselben verwachsen. Auf dem gewölbten Rücken ein breiter Kiel, in dessen unterer Hälfte ein langer, fast bis zur Basis reichender Ölgang flach eingesenkt ist. Rechts und links von diesem Kiel je eine seichte, breite Längsfurche, von der Basis ausgehend und etwa 1 mm unter der Spitze endigend. Die Bauchseite entsprechend der Wölbung des Blattrückens konkav mit scharf ausgeprägten Blatträndern.

Spaltöffnungen auf dem Blattrücken in zwei Längsstreifen, die basal etwa $^1/_4$ der Blattlänge einnehmen und die durch ein spaltöffnungsfreies Mittelfeld (Kiel) getrennt sind; auf der Innenseite gleichfalls zwei Längsstreifen, die hier aber bis zur Spitze reichen und sich in derseben vereinigen.

Möller schreibt in der Realenzyklopädie der ges. Pharmazie: „Sie (die Blätter) folgen dem Wachstum des Zweiges, rücken auseinander, ihre Stellung nähert sich der dreizähligen Anordnung, sie werden abstehend, länger, lanzettförmig, spitz, fast stachelspitzig."

Diese Beobachtung konnten wir trotz Durchmusterung von vielen lebenden Pflanzen nicht bestätigen; wir fanden auch bei alten Zweigstücken, daß die Blätter zwar weit auseinandergerückt waren, aber nie, daß sie ihre ursprüngliche Anordnung (Zweier- und Dreierquirle) und Form wesentlich geändert hatten. Bei dieser Suche beobachteten wir ein einziges Mal als Abnormität einen jüngeren Zweig mit ganz ungeordneter, fast spiraliger Blattstellung. Die Abbildung von einer vergrößerten Sabinazweigspitze in Fig. 1 der Realenzyklopädie ist gleichfalls irreführend und unnatürlich.

Beißner führt in seinem Handbuch 7 Varietäten von Sabina an, die er nach dem Wuchs der Pflanze, nach Form und Farbe der Blätter bezeichnet und die er weiterhin als gärtnerische Zierformen beschreibt. Auf die Stellung der Blätter geht er nicht ein.

Unsern anatomischen Untersuchungen legten wir je ein Blattpaar obiger Blattypen 1 und 2 zugrunde und machten an gegebener Stelle auf die Abweichungen bei Typ 3, 4 und 5 aufmerksam. Wie schon in der Einleitung betont, ist unser Querschnitt stets die Mitte der Blattlängsachse.

Mikroskopischer Befund: Der Querschnitt durch ein Blattpaar Typ 1 und 2 ist länglich oval mit schmalen, tiefen Einschnitten an den Verwachsungsstellen der beiden Blätter und besitzt je einen großen elliptischen Ölgang in jedem Einzelblatt (Fig. 1). Blattansätze des nächsthöheren Wirtels können in den Einschnitten bezw. Blattkerben nur erscheinen, wenn der Schnitt oberhalb der Mitte der Längsachse durch das Blatt gelegt wurde. Bei Dreierquirlen (Typ 4) an den Verwachsungsstellen der einzelnen Blätter drei mehr oder weniger tiefe Einschnitte.

Bei Typ 3 wird im Querschnitt nur das Einzelblatt getroffen, das in seinen Umrißlinien demjenigen des Nadelblattes Typ 5 sehr ähnlich ist. Bei beiden Dreieckform mit an der Grundlinie gerundeten Ecken und mit stark abgeflachter Spitze.

Epidermis im Flächenbild aus polygonalen, tafelförmigen, axial langgestreckten Zellen mit grober, rosenkranzartiger Tüpfelung der Seitenwände. In der Spaltöffnungszone sind die Zellen meist kürzer, in ihrer Anordnung unregelmäßig und zart getüpfelt, entsprechend den dünneren Radial- und Längswänden.

Im Querschnitt bildet die Epidermis eine einreihige Schicht weitlumiger Zellen mit verdickter, etwas vorgewölbter Außenwand. Die Innenwand kann mehr oder weniger verholzt sein. Zapfenförmige, gleichfalls verholzte Auswüchse schieben sich manchmal zwischen zwei Hypodermfasern und man sieht dann im Flächenbild bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure bei unverholzter Hypodermschicht die roten Längsleisten dieser ins Blattinnere gerichteten keilförmigen Verdickungen.

Die Kutikula ist etwa 4 μ dick, von der Fläche glatt und mit einer dünnen, rissigen Wachsschicht bedeckt. In der äußeren Kutikularschicht an den ungeschützten Blattstellen — d. i. hauptsächlich die spaltöffnungsfreie Rückenseite — sehr reichlich kleine, im Mittel 2 μ große Oxalatkristalle, über deren Entstehung wir bei Cupressus semperv. eingehend berichten werden.

Bei Blatt Typ 4 und 5 sind die Epidermiszellen der spaltöffnungsfreien Zone entsprechend der Streckung des Blattes in der Achsenrichtung länger und regelmäßig reihenförmig.

Die Lage der Spaltöffnungsfelder beschrieben wir eingehend bei den einzelnen Blattypen. Wie aus nachstehenden Literaturangaben hervorgeht, werden von früheren Autoren über die Spaltöffnungsfelder auf der Blattrückenseite von Sabina widersprechende Angaben gemacht. So sagt Schröter: „Die Außen(Unter)seite ist meistens ohne Stomata.“ Prause: „Die Spaltöffnungen liegen auf der Oberseite und entgegen Schröter, wenn auch selten, auf der Unterseite.“

Lazarski: „Die Spaltöffnungen finden sich an der inneren (oberen) Seite des Blattes —. An der äußeren (unteren) Blattseite liegen sie gleichfalls in zwei Bändern. Sie beginnen hier, wie schon Hildebrand bemerkte, ungefähr dort, wo sie von der Spitze der nächstliegenden unteren Blätter nicht mehr bedeckt werden.“

Strübing: „Die Spaltöffnungen auf der Oberseite der nadelförmigen Blätter —. Auf den Polstern (basale Blattrückenseite) liegen die Spaltöffnungen in Längsreihen nahe der Stelle, wo das eine Blattpolster mit dem benachbarten zusammenstößt. Die Verteilung der Spaltöffnungen auf den schuppenförmigen Blättern ist die gleiche.“

Klemm: „Zwei seitliche Streifen von Spaltöffnungen an der morphologischen Unterseite bei Arten von Cupressus, Juniperus sect. Sabina, Biota und anderen.“

Perrot und Mongin: „Spaltöffnungen ausschließlich in zwei parallelen Längsstreifen jederseits eines Mittelstreifens der ebenen oder konkaven Oberseite.“

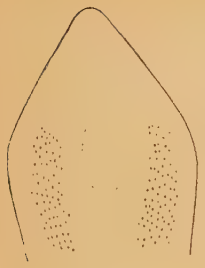

Fig. 11.
Spaltöffnungsfelder auf dem Blattrücken eines Schuppenblattes von J. Sabina.

Wir fanden bei allen Blättern der verschiedensten Herkunft die Spaltöffnungen stets auf Unter- und Oberseite verteilt. Auch durch die Verschiedenheit der oben angeführten Blattypen und Stellungen lassen sich die widersprechenden Angaben vorstehender Autoren nicht erklären, da wir bei allen Blattypen stets Spaltöffnungen auf der Rückenseite antrafen (Fig. 11).

Innerhalb der angegebenen Felder bilden die Spaltöffnungen unregelmäßige Längsreihen, zeigen jedoch bei Sabina den Spalt stets in axialer Richtung zum Unterschiede von anderen Cupressineenblättern. Die Achsenrichtung des Spaltes bildet neben anderem ein gutes Merkmal für Sadebaumblätter in zerkleinerter Form gegenüber seinen Verfälschungen, worauf bei einer Neubearbeitung der Arzneibücher Rücksicht zu nehmen ist.

Die Anzahl der Spaltöffnungen der Blattinnenseite beträgt bei Schuppenblättern Typ 1 und 2 (etwa 95% der Handelsdroge) bei 50 Zählungen an jungen und alten Blättern (Spitze und Mitte) auf 1 qmm:

Max. 40 Spaltöffnungen,
Min. 34 Spaltöffnungen,
Mittelwert 36 Spaltöffnungen; Blattaußenseite (Rückenseite) Basis und Mitte auf 1 qmm:
Max. 34 Spaltöffnungen,
Min. 24 Spaltöffnungen,
Mittelwert 29 Spaltöffnungen. Länge und Breite der Stomata ohne konstante Masse, daher zur Charakterisierung der Droge gegenüber verwandten Spezies unbrauchbar; im Mittel 24 : 40 μ. Bisweilen fünf bis sechs Nebenzellen in ringförmiger Anordnung um den Spalt; doch kann man in dieser Anordnung keinerlei Regelmäßigkeit antreffen.

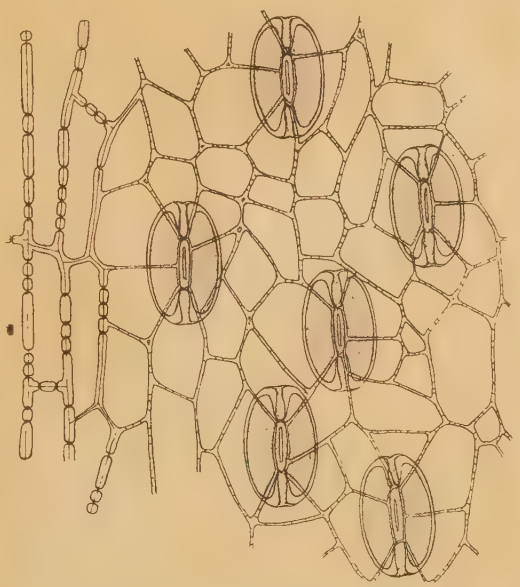

Fig. 12. Fragment aus der Epidermis des Blattrückens von Juniperus Sabina mit Spaltöffnungen.

Das Schließzellenpaar von länglich elliptischer Form liegt unter dem Epidermisniveau und ist an den beiden Polen schwach eingekerbt. Die eigentümlich ausgebildete Mittelwand zeigt auch ohne Behandlung

mit Phloroglucin-Salzsäure an den Polenden deutliche fühler- oder hörnchenartige Fortsätze, so daß die Mittelwand mit diesen Fühlern als Ganzes wie ein kleiner Anker aussieht. In der Pharmak. Nederlandica wird von einem „Stäbchen mit gegabelten Enden" gesprochen. Der Ausdruck „Kutikularleisten", wie er im Ergänzungsband zum deutschen, als auch im Kommentar zum österreichischen Arzneibuch, und der Ausdruck „ankerförmige Kutikularverdickungen", wie er von Mitlacher gebraucht wird, ist unrichtig, denn die eigentümlichen Auswüchse an den beiden Polen gehören nicht der Kutikula, sondern der Trennungswand der beiden Schließzellen an, sind auch nicht kutinisiert, wie Mahlert schon 1885 mit aller Deutlichkeit festgestellt hat.

Die ankerförmige Mittelwand, die untere und obere Verdickungslamelle in jeder Schließzelle sind hier wie bei allen anderen Coniferenblättern verholzt. Der farblose Zellulosering (Fig. 12) im Umkreis der oberen Verdickungslamelle ist nur bei einer bestimmten Einstellung sichtbar, so daß es den Augenschein erwecken könnte, als ob die ankerförmigen Häkchen und die Verdickungslamellen im Flächenbild ohne direkten Zusammenhang mit der Begrenzung der eigentlichen Schließzellen wären, während in Wirklichkeit diese Anker dem eigentlichen Schließzellapparat angehören.

Auf dem Querschnitt durch eine Spaltöffnung vermißt man Vor- und Hinterhof, wie er den meisten angiospermen Pflanzen eigen ist.

In der Realenzyklopädie der gesamten Pharmazie (1908) schreibt Möller: „Bei mikroskopischer Untersuchung des Mageninhaltes können die durch ihre grüne Farbe verdächtigen Pulverteilchen durch die charakteristische Oberhaut (Fig. 2) leicht als Sabina erkannt werden." Diese „charakteristische" Oberhaut ist nicht nur Sabina, sondern auch anderen hier beschriebenen Cupressineenblättern eigen, und zum anderen entsprechen die eingezeichneten Spaltöffnungen keinesfalls der Wirklichkeit. Wird die Möllersche Zeichnung in gerichtlichen Fällen zur Erkennung von verdächtigem Blattmaterial herangezogen, so ist ein Trugschluß sehr leicht möglich.

Unter der Epidermis der spaltöffnungsfreien Zonen der Blattaußenseite eine ein- bis zweischichtige Lage axial gestreckter, farbloser Hypodermfasern, in der Blattspitze stets kräftiger und zweischichtig, an den Rändern der freien Blattenden etwas auf die Blattoberseite übergreifend. Bei den Nadeln in den Kanten als Versteifung mehrschichtiges Hypoderm, das sich um die Blattränder herumzieht und als schmaler Streifen die Oberseite des Blattes säumt. Über dem Ölgang kann diese Stereïdenschicht fehlen, oder sie ist, wie wir bei Typ 4 meist beobachteten, gerade über dem Ölgang verholzt, wenn sie sonst im Verlauf desselben Blattes mit Phloroglucin-Salzsäure ungefärbt bleibt. Bei den Schuppenblättern ist meist der ganze Rückenpanzer verholzt, während bei den nadelförmigen Blättern nur die Spitze und die Blattränder Verholzung zeigen. Die Einzelfaser ist an den Enden spitz, stumpf oder gegabelt. Immer ist das Hypoderm mit der Epidermis sehr innig verbunden, so daß es schwer hält, Einzelelemente zu isolieren.

Im Querschnitt sind die Fasern stark verdickt, kleinlumig ohne wahrnehmbare Tüpfelung und ohne deutliche Schichtung; in der Spitze und in den Rändern sind sie stark zusammengepreßt und durch gegenseitigen Druck dreieckig bis polygonal.

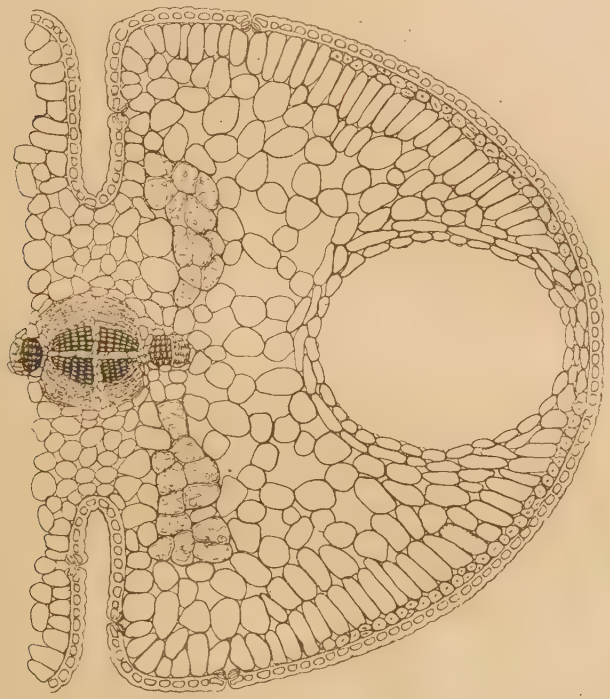

Fig. 13. Querschnitt durch die Mitte der Längsachse eines Blattes des Schuppenblattpaares Typ 1 von J. Sabina.

Das Assimilationsgewebe besteht bei den Schuppenblättern aus einer Lage einschichtiger, radial gerichteter Palisaden an der ganzen Blattaußenseite und aus reich mit Interzellularen durchsetztem Schwammparenchym. Bei den Nadelblättern (Fig. 14) überall da, wo Hypoderm entwickelt ist, eine Lage kurzer Palisaden, die sich in radiärer Anordnung um die Blattkanten bis auf die Oberseite erstrecken. Unter dem spaltöffnungsfreien Mittelfelde meist einschichtiges Palisadenparenchym.

Schwammparenchym aus polygonalen oder rundlichen Zellen, die als Zu- und Ableitungsgewebe zwischen Leitbündeltracheïdensaum und Palisaden funktionieren. In allen Zellen reichlich Stärke und Sekrettröpfchen, die bei Zusatz von Kalilauge in trübe, gelbliche Massen zerfließen.

Zwischen Ölgang und Epidermis keine Palisaden, häufig jedoch 1—2 Reihen kleiner, rundlicher Parenchymzellen. Alle Zellmembranen sind innenseits mit kleinen Oxalatkristallen so reichlich inkrustiert, daß

nach Behandlung mit Salzsäure die Zellwände wabig gezeichnet erscheinen. Solms-Laubach sagt, daß diese Kristalle fest an der Membran haften oder gar ins Zelllumen ragen. Er beschreibt dieselben als unregelmäßige eckige Körner und als wohlausgebildete, meist tafelförmige, abgeplattete Kristalle.

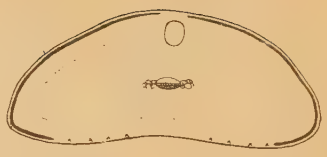

Fig. 14. Querschnitt durch ein Nadelblatt von J. Sabina (Typ 5).

Jedes Einzelblatt besitzt einen in der Längsachse des Blattes liegenden, oben und unten blind endigenden Ölgang, und zwar in den Kiel des Blattrückens eingesenkt. Die Ausdehnung in Länge und Durchmesser richtet sich beim Sekretraum nach der Form und Ausbildung des Blattes, und sein Längsschnitt wechselt von elliptischem Umriß bei Blattyp 1 zu lang elliptischer oder lang schlauchförmiger Gestalt bei den Typen 2 bis 5. Der Querschnitt ist rund oder elliptisch.

Der Sekretraum wird ausgekleidet von einer zweischichtigen Lage dünnwandiger, chlorophylloser, schmaler, axial langgestreckter Epithelzellen. Er grenzt ohne weiteren Schutzmantel, wie z. B. die Gattung Pinus ihn hat, hier direkt ans Mesophyll bezw. nach außen hin an das Hypoderm oder, falls dieses über dem Ölgang unterbrochen ist, an die Epidermis. Im Innern des Ölganges kleine glänzende Tröpfchen ätherischen Öles. Bei mehrjährigen sproßverwachsenen Blättern färben sich diese Sekretraumwände oft mit Phloroglucin-Salzsäure rot.

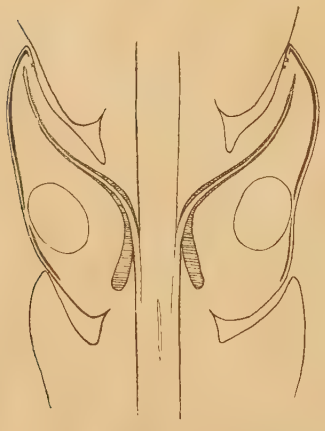

Fig. 15. Radialer Längsschnitt durch die Mitte eines Schuppenblattpaares von J. Sabina Typ 1. (Die schraffierten Felder deuten die Lage des Tracheïdensaumes an.)

In der Mitte des Querschnittes durch ein Blattpaar (Fig. 1, Fig. 13) das Stammleitbündel, bestehend aus je nach Blattstellung zwei oder drei kollateralen, für Coniferen charakteristischen Gefäßbündeln.

Das Blattleitbündel des sproßverwachsenen Blatteiles (Fig. 13) geht nicht zentral durch das Blattinnere, sondern zieht sich nahe am Stammleitbündel hin, um dann im scharfen Knick nach auswärts in die freie Blattspitze einzubiegen (Fig. 15). Auf dem Querschnitt der Blattpaare Typ 1, 2 und 4 hat es auf den ersten Blick den Anschein, als ob das Einzelblatt jedes Leitbündels entbehre, während man dasselbe immer im Bereiche des Stammleitbündels oder oberhalb der Blattmitte im Querschnitt in der Spitze antrifft. Im freien Teil des Blattes Typ 3 und im Nadelblatt Typ 5 (Fig. 14) liegt das Leitbündel fast zentral im Innern, das Xylem der Oberseite zugekehrt.

Der Holzteil des Sprosses, bestehend aus spiralig oder mehr netzförmig verdickten Tracheïden, läßt bei drei- und vierjährigen Zweigen

bereits seinen charakteristischen Bau erkennen. Nach Wiesner ist jedoch bei so jungem Holz zwischen J. Sabina und seinen nächsten Verwandten kein merklicher Unterschied, so daß der Bau des Holzes nicht zur Differentialdiagnose herangezogen werden kann, zumal ja als Droge ausdrücklich die Zweigspitzen des Sadebaumstrauches verlangt werden, was bei dem schnellen Altern und Abfallen der Blätter begründet ist. Nach Schumann werden die Blätter schon im dritten Jahre abgeworfen.

Der Bastteil an der Außenseite des Xylems in der Jugend und im Blattbündel aus dünnwandigen, langgestreckten, mehrschichtigen Tracheiden; bei mehrjährigem Bast zeigt der Querschnitt konzentrische Kreise von regelmäßigen radialen Reihen rechteckiger Zellen. Genau wie Solms-Laubach bei Biota beobachtete, sind auch bei Sabina in jedem vierten Kreise, von innen gerechnet, regelmäßig verholzte Bastfasern, während die dazwischen liegenden Zellen auch hier dünnwandig bleiben. In der verdickten radialen Mittellamelle wie bei Biota im äußeren Umkreise reichlich kleine Kristalle der verschiedensten Form, wie in den Zellmembranen des Mesophylls.

Am Rande des Phloëms treten nach Prause in Nadel- wie in Schuppenblättern als Charakteristikum der Gattung Juniperus zwei oder mehrere, meist verholzte Bastfasern auf. Bei Sabina sollen am Rande des Phloëms drei solcher Fasern liegen; wir hatten unter sehr vielen Schnitten nur zweimal Gelegenheit, nicht, wie Prause sagt, typische drei, sondern mehrere, große, und zwar unverholzte Bastfasern an besagter Stelle vorzufinden. Dieses nach unserem Befunde sehr seltene und nicht, wie angegeben, stets vorhandene Merkmal ist für Sabina demnach kein besonderes Erkennungszeichen.

Als Ersatz für fehlende Sekundärnerven besitzen die Cupressineen in der Nachbarschaft des Blattleitbündels einen eigenartigen, oft für die betreffende Pflanze ganz charakteristischen, stets verholzten Tracheïdensaum. Dieses Transfusionsgewebe ist bei allen Blattypen von Sabina immer an der Spitze in Verbindung mit dem Blattleitbündelende, zieht sich in der Ebene zur Blattoberseite als beidseitiger schmaler Saum bei Blättern Typ 1 und 2 direkt am Blattspurstrang hin. Wo letzterer ins Stammleitbündel einbiegt, folgen ihm die Tracheïdensäume nicht, sondern wenden sich hier als breite Einzelstränge (Fig. 15) bogenförmig in den unteren Blatteil, in welchem sie ohne Vereinigung, wie es z. B. bei Cupressus sempervirens der Fall ist, blind endigen und zum Abschluß kommen. Bei Typ 5 beiderseitiges schmales Transfusionsgewebe direkt am Leitbündel von der Spitze bis zur Basis.

Bei Typ 4 ist dieses Wasserleitungsgewebe nur in der oberen Blatthälfte, und zwar in nächster Nähe des Leitbündels.

Entsprechend der äußeren Form von Typ 3 verläuft die obere Hälfte des Tracheïdensaumes in Verbindung mit dem Blattspurstrang, während die untere Hälfte dieser beiden Gewebestreifen klammerförmig von demselben absteht.

In nächster Nähe des Blattleitbündels bei direktem Verlauf des Tracheïdensaumes an demselben entlang bei allen Blattypen dünnwändige Tracheïden ohne behöfte Tüpfel und mit ringförmigen oder mit verzweigten, gut ausgeprägten Innenleisten. In den mittleren Partien des Tracheïdensaumes ein allmählicher Übergang zu den mehr oder weniger gestreckten, schmalen oder weiten tracheïdalen Zellen der äußeren Saumseite. In den nicht mit dem Leitbündel vereinigten Strängen des basalen Schuppenblatteiles nur weite, etwas gestreckte tracheïdale Elemente. Bei den reichlich behöft getüpfelten mittleren Transfusionszellen treten die Innenleisten mehr zurück und machen kurzen, meist am Ende gegabelten Membranvorsprüngen Platz, während die am weitesten vom Leitbündel entfernten kürzeren Zellen Hoftüpfel mit Wallrandauswüchsen mit einfacher oder gegabelter Spitze besitzen, im übrigen aber innen glattwandig oder nur wenig höckerig sind. Wir verweisen auf das bei Fig. 4 und 5 Gesagte. In diesem Falle stehen die Transfusionszellen in der Mitte zwischen den beiden Typen, indem ihre Wallrandauswüchse nur halbe Länge wie bei Fig. 5 besitzen und die Innenmembran höckerförmige Fortsätze aufweist. Die Vorsprünge des Wallrandes sind meist zwei gerade, ins Zellumen gerichtete Zapfen, die bis 8 μ lang sind. Die tracheïdalen Zellen besitzen im Gewebeverband oben und unten meist wagerecht orientierte, behöft getüpfelte Verbindungsmembranen mit den Nachbarzellen. Durchschnittliche Größe der Tracheïdalzellen im Querschnitt 15 : 20 μ, Durchmesser des Hoftüpfels 6 μ.

Die Tracheïden als Abschluß des Leitbündels mit nur wenig Tüpfeln und mit reichlichen kurzen Höckern auf der ganzen Innenmembran. Eine scharfe Grenze zwischen all den genannten Einzelelementen des Tracheïdensaumes ist nicht zu ziehen. Auffällig ist die mehr rotviolette Färbung des Transfusionsgewebes bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure gegenüber dem dunkleren Rot des Holzkörpers.

Perrot und Mongin haben wohl nicht recht beobachtet, wenn sie schreiben:

„Il reçoit généralement de chaque côté du faisceau deux masses irrégulières de tissu de transfusion parfaitement caractéristique, avec ces cellules — non munies d'aréoles comme l'ont reproduit certains auteurs — mais pourvues d'épaissement de forme bizarres, et de replis internes dirigés dans tous les sens."

„Gewöhnlich erhält man von jeder Seite des Gefäßbündels zwei unregelmäßige Gruppen von durchaus charakteristischem Transfusionsgewebe, dessen Zellwände mit absonderlichen Verdickungen und Innenleisten versehen sind, die in allen möglichen Richtungen verlaufen, jedoch nicht mit Hoftüpfeln, wie solche gewisse Autoren abgebildet haben."

Lazarski wie Collin stimmen mit uns vollständig in der Tatsache der zahlreich vorhandenen Hoftüpfel in dem fraglichen Gewebe überein.

Die Eigentümlichkeiten des Transfusionsgewebes von Sabina heben sich gegenüber einigen Cupressineenblättern (Junip. phoenicea, Biota, Thuja) gut ab, während sie im Vergleich mit anderen (z. B. J. communis, J. virginiana) nur bedingten Wert haben.

Um das zentrale Stammleitbündel eine Scheide aus verdickten polygonalen Parenchymzellen. Von diesem Gewebemantel dringen bei den sproßverwachsenen Blättern Teile in die unterste Blattbasis ein und geben so dem Blatt im Innern die Festigkeit für das an dieser Stelle außenseits fehlende Hypoderm.

Im Sabinapulver des Handels findet man stets Fetzen von mehr oder weniger verholztem Kork. Wir forschten der Herkunft dieses ständigen Pulverbestandteiles nach und fanden, daß beim Dickenwachstum der Zweige die Blätter an ihren Verwachsungsstellen auseinandergetrieben werden und daß in diesen Lücken inzwischen dünnwandiges Periderm entwickelt wurde.

Beim Querschnitt durch zweijährige Zweige beobachtet man am äußeren Rande der oben beschriebenen Scheide verdickter Parenchymzellen zunächst zartwandigen, ein- bis zweischichtigen Kork, kenntlich an der leichten Verholzung seiner Zellmembranen. In weiteren Wachstumsstadien wird diese Zone vielzellig und somit zur trennenden Korkplatte zwischen Blattparenchym und der Parenchymscheide des Stammleitbündels. Bei mehrjährigen Zweigen löst sich das abgestorbene, trockenhäutige Blatt leicht von dieser präformierten Abwurfstelle. Der kreisrunde Sproßquerschnitt zeigt jetzt außen mehrschichtigen, etwa achtzelligen verholzten Kork mit einer mittleren Lage dickwandigerer Korkzellen und darunter die zusammengedrückten Zellen der Parenchymscheide.

Bei den weiter von uns beschriebenen Drogen ist die Bildung der Korkschicht gerade so wie bei Sabina; wir werden deshalb bei denselben nicht weiter auf Details eingehen.

Der Handelsdroge sind fast stets Früchte in kleinen Mengen beigemischt. Da sich dieselben makroskopisch gut von anderen Früchten der Gattung Juniperus unterscheiden und da sie meist im Pulver mit vermahlen werden, geben wir im folgenden nur ein gedrängtes Bild von ihrem Äußeren und von ihren wichtigsten anatomischen Merkmalen.

Die kleinen, 5—8 mm großen, kugelig ovalen Beerenzapfen sitzen an einem bis 5 mm langen, hakig rückwärts gebogenen Stiel. Sie sind aus 4—6 vierfach gegenständigen Schuppen dicht verwachsen, lassen aber unter dem Scheitel noch die Spitzen der verwachsenen Blätter als kleine Höcker deutlich erkennen. Die außen braunschwarzen Früchte mit bläulichweißer Bereifung bergen im Innern meist zwei bis drei, selten nur einen oder vier, eckige, nach oben spitz auslaufende Samen. Fruchtfleisch weich und harzig.

Die Epidermis der Fruchtwand aus polygonalen, etwas axial gestreckten Zellen mit braunem Inhalt und stark verdickten Seitenmembranen. Axial orientierte Spaltöffnungen in kleinen Längsfeldern. Fruchtfleisch aus lockeren, dünnwandigen Parenchymzellen mit großen Interzellularen, oft von Pilzhyphen durchwuchert. In demselben ferner kleine Gefäßbündel mit rudimentären Tracheïdensäumen, zahlreiche kleine Sekreträume und dünnwandige, rundliche oder längliche verholzte Parenchymzellen (Tonnenzellen).

Samenschale mit einem äußeren feinen Häutchen, bestehend aus langgestreckten, schmalen, verholzten Zellen. Darunter eine mehrschichtige Lage gegenseitig abgeplatteter, polygonaler, dickwandiger Steinzellen mit engem Lumen, deutlicher Schichtung mit Tüpfelkanälen und je einem Einzelkristall im Innern.

Speziesform. Es erübrigt sich, auf die Beschreibung der geschnittenen Droge einzugehen. Bei der Kleinheit der Blätter von Sabina trifft man in derselben einesteils ganze Blätter an, zum mindesten aber Bruchstücke, die den oben beschriebenen Bau der ganzen Blätter erkennen lassen.

Grobes Pulver (Sieb IV): Im aufgehellten und mit Phloroglucin-Salzsäure behandelten Pulver große Blattfragmente mit gut kenntlicher, von Hypoderm gepanzerter Rückenseite. Typische Anordnung der Spaltöffnungsfelder auf beiden Blattseiten mit ihren Längsreihen charakteristischer Coniferenspaltöffnungen mit axialer Spaltrichtung. Langgestreckte Epidermiszellen mit grober, rosenkranzartiger Tüpfelung. Bruchstücke vom Stamm- und Blattleitbündel, letztere mit anhängendem Tracheïdensaum. Parenchym- und Korkfetzen. Eventuell Stücke der mitvermahlenen Frucht mit großen Steinzellkomplexen.

Im Wasser- oder Alkoholpräparat Kutikula der spaltöffnungsfreien Zone mit zahlreichen Oxalatkristallen — im Salzsäurepräparat sind nur noch die entsprechenden Höhlungen vorhanden —; ebenso die Parenchymzellmembranen mit kleinen Kristallen besetzt.

Das grobe Pulver läßt infolge der Kleinheit der Einzelschuppen die Einzelheiten der Droge gut erkennen, so daß wir bei den nächsten Arten diese Zerkleinerungsform übergehen können.

Feines Pulver (Sieb VI): Neben selbstbereitetem Pulver, das frisch lebhaft grün ist, wurden gleichzeitig viele Handelsmuster untersucht.

Im aufgehellten und mit Phloroglucin-Salzsäure behandelten Pulver fallen besonders Epidermisfetzen auf mit typischen Coniferenspaltöffnungen, deren Spalten immer parallel gerichtet sind. Die Oberhautzellen der Umgebung der Schließzellen in der Flächenansicht ungleich, polygonal mit zarten Tüpfeln in den Längs- und Seitenwänden, sie sind anders gestaltet als die in einer Richtung langgestreckten Epidermiszellen aus der spaltöffnungsfreien Zone. Bei letzteren perlschnurartig grobgetüpfelte Längs- und Seitenmembranen und außerdem in der allen Oberhautzellen gemeinsamen, 4 μ dicken Kutikula zahlreiche kleine Höhlungen, bedingt durch die bei der Behandlung mit Salzsäure herausgelösten Oxalatkristalle. Hypodermfetzen aus dickwandigen, meist verholzten Bastfasern in der Regel noch in Verbindung mit der darüber liegenden grobgetüpfelten Epidermis.

Bruchstücke vom Stamm- und Blattleitbündel, ersteres mit verholzten Bastzellen im Phloëm, letzteres manchmal noch in Verbindung mit behöft getüpfelten Tracheïden und tracheïdalen Zellen des verholzten Transfusionsgewebes. Daneben zahlreiche Komplexe tracheïdaler Zellen aus den Tracheïdensaumsträngen des basalen Blatteiles. In allen beschriebenen Transfusionszellen behöfte Tüpfel von 6 μ Durchmesser mit

meist zwei geraden, bis zu 8 μ langen, manchmal an der Spitze kurz gegabelten Wallrandfortsätzen und mit den verschiedenartigsten, oben erwähnten Innenmembranauswüchsen.

Parenchymfetzen mit wabigen Zellwänden (herrührend von den infolge der Behandlung mit Salzsäure herausgelösten Oxalatkriställchen) und verholzte Korkfetzen.

Eventuell vorhandene zusammenhängende Steinzellen mit engem Lumen und einem großen Oxalatkristall im Innern stammen von mitvermahlenen Früchten.

Aschengehalt der Ganzdroge und des selbstbereiteten Pulvers (Methode Adler), Herkunft Wallis: 5,4%,
Herkunft Tirol: 5,02%.

Geschnittene, tadellose Handelsdroge, Herkunft unbekannt: 6,28%.

Folgende Arzneibücher geben als Aschengehalt an
1. Pharmak. Austriaca 1906: 10%,
2. „ Helvetica 1907: 7%,
3. „ Nederland. 1914: 8%.

Die Ausbeute an Öl bei J. Sabina nach Gildemeister und Hoffmann je nach Sammelzeit und Frische des Materials verschieden, schwankend zwischen 3 und 5%. Dieser verhältnismäßig hohe Ölgehalt bietet gegenüber anderen, im feinen Pulver mikroskopisch sehr ähnlichen Blättern, z. B. von J. virginiana, mit niedrigem Ölgehalt ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal.

II. Coniferenblätter, die teils als Verwechslungen und Verfälschungen von Sabina dienen, teils anderweitige pharmazeutische Verwendung finden.

1. Juniperus phoenicea L.

Syn.: Juniperus lycia L. Sabina phoenicea Ant.
„ tetragona Mnch. „ lycia Ant.
Material: Pharm. Anstalt Basel; Bot. Anstalt Basel; Bot. Institut der Eidg. techn. Hochschule Zürich.
Herkunft: 1. Montserrat (Spanien) leg. Rickli,
2. Pentelikon leg. Leutwein,
3. Südfrankreich unbekannt.

Weiteres Material vom Kap Sunion (Attika) verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Samuelsson, Upsala.

Die dichtgestellten, aufstrebenden Zweige der strauchförmigen, mediteranen J. phoenicea sind kräftiger entwickelt als bei Sabina. An den oberen Zweigen hauptsächlich Schuppenblätter, die am Sproß fest anliegen und mit demselben bis zur Blattmitte verwachsen sind. Die Blätter sind dachziegelig, entweder kurz eiförmig oder rhombisch-lanzettlich und besitzen auf dem gewölbten Rücken eine längliche, etwas ein-

gesenkte Öldrüse. Blattspitze in der Aufsicht stumpf, da die kurze Stachelspitze dem Stamm zugekehrt ist.

Nach Beißner und nach Ascherson sind die Blätter an jungen Pflanzen und an unteren Zweigen nur basal verwachsen, sonst frei und abstehend, lineal oder lineal-lanzettlich, scharf stachelspitzig, oben flach oder leicht konkav und unterseits konvex.

Fig. 16. Zweig von J. phoenicea mit Dreierquirlen.

Nach Beißner manche Pflanzen mit vorherrschend nadel- oder schuppenförmigen Blättern oder Zweige mit nur schuppen- oder nur nadelförmigen Blättern zerstreut auf derselben Pflanze. Unser Herbarmaterial, in den verschiedensten Ländern gesammelt, besaß immer nur Zweige mit Schuppenblättern. In der als Verfälschung von Sabina dienenden französischen Handelsdroge bekamen wir nur schuppenförmige Blätter zu Gesicht. Es ist leicht erklärlich, daß nur diese wegen ihrer äußeren Ähnlichkeit als Unterschiebung für echte Handelssabina gesammelt werden. Wir sahen daher davon ab, die bei Beißner erwähnten Nadelblätter hier zu beschreiben und beschränken uns auf die gebräuchlichen Schuppenblätter.

Dieselben stehen entweder wie bei Sabina in zweigliedrigen Wirteln kreuzgegenständig oder meist in Dreierquirlen, die alternieren, so daß 6 Orthostichen entstehen und daher jedes siebente Blättchen über dem ersten steht. Bei allen unsern Mustern fanden wir in der Verteilung der verschiedenen Blattstellungen immer folgende Regelmäßigkeiten:

1. Bei üppigen Zweigen fortlaufend bis zum Vegetationspunkt nur alternierende Dreierquirle (Fig. 16).
2. Bei dünneren Nebenachsen, die von den üppigen Zweigen ausgehen, regelmäßige kreuzgegenständige Zweierwirtel.

Einen Wechsel von Zweier- und Dreierquirlen innerhalb desselben unverzweigten Sprosses beobachteten wir nie (s. J. virginiana).

Beißner führt nur Zweierwirtel an.

Perrot und Mongin schreiben:

„Feuilles verticillées par trois — dit De Candolle — en réalité disposées en spirale par cinq, la sixième étant superposée à la première.

L'observation de ce caractère est facile à la loupe, et peut être corroboré par l'examen microscopique à un très faible grossissement sur plusieurs coupes placées successivement sur une lamelle dans l'ordre de leur section. On trouvera ainsi généralement 3 feuilles accolées à l'axe, parfois 4 où même 5, mais jamais deux.

Disons d'abord que, contrairement aux trois espèces précédentes, jamais, chez le J. phoenicea, nous n'obtiendrons de coupe représentant deux feuilles opposées."

„Nach de Candolle sollen dreizählige Blattquirle vorhanden sein; in Wirklichkeit sind aber die Blätter zu fünfen in Spiralstellung angeordnet, und zwar so, daß das sechste wieder über dem ersten steht.

Dies zeigt sich schon bei Lupenvergrößerung, noch deutlicher bei sehr schwacher Vergrößerung im Mikroskop, wenn man aufeinanderfolgende Serienschnitte untersucht. Man sieht dann meist drei, der Achse dicht anliegende Blätter, zuweilen auch vier oder fünf, nie jedoch deren zwei.

Zunächst sei festgestellt, daß man im Gegensatz zu den drei vorgenannten Spezies (J. Sabina, J. thurifera, J. thurifera var. gall.) bei J. phoenicea nie Schnitte erhält, welche ein Paar gegenständiger Blätter aufweisen."

Collin: „Bei J. Sabina sind die Blätter gewöhnlich gegenständig, während in der Handelsdroge (J. phoenicea) die Blätter alternierend zu sein scheinen. Es ergibt sich dabei, daß der Querschnitt durch einen Zweig von Sabina gewöhnlich zwei symmetrisch gegenüberstehende Blätter zeigt, die mehr oder weniger mit der Achse zusammenhängen, während die Querschnitte durch die Zweige der Handelsdroge (J. phoenicea) gewöhnlich drei, selten vier dachziegelförmige Blätter rund um die Achse aufweisen."

Schröter bemerkt: „Die Angaben Collins, daß die Schuppenblätter alternierend sind oder in dreigliederigen Wirteln stehen, kann ich nicht bestätigen; ich fand stets dekussate Stellung."

Perrot-Mongin und Collin bekamen niemals Querschnitte durch ein Blattpaar; andererseits fand Collin Schnitte mit 4 Blättern, wie man sie auch bei Sabina Typ 1 und 2 bekommen kann, wenn man den Schnitt nicht durch die Mitte der Längsachse eines Blattpaares legt, in welchem Falle in den Blattkerben die Basen des nächsthöheren Wirtels erscheinen. Es ist anzunehmen, daß Collin auf Grund solcher Querschnittsbilder zu der „scheinbaren" Alternation der Blätter von J. phoenicea gekommen ist.

Perrot und Mongin sprechen jedoch von Querschnitten durch 3 mehr oder weniger ungleichmäßig entwickelte Blätter, manchmal auch durch deren 4 oder 5. Die Autoren bringen zudem Zeichnungen von derartigen Schnitten, so daß trotz unserer Mißerfolge im Auffinden von Zweigen mit spiraliger Blattstellung Perrot und Mongins Angaben richtig sein müssen und wir also neben unserer stets gefundenen dekussaten Stellung auch eine — vielleicht selten vorkommende — spiralige Blattstellung annehmen müssen.

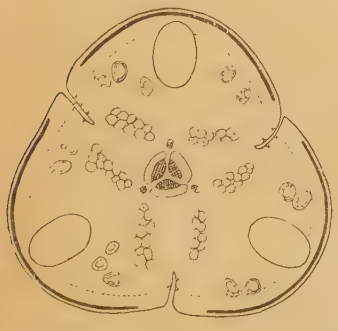

Fig. 17. Querschnitt durch einen Dreierquirl von J. phoenicea.

Die glänzenden, rotgelben Beerenzapfen von 8—15 mm Durchmesser auf kurzen Stielen sind kugelförmig aus 6 oder selten 8 vierfach gegenständigen Schuppen dicht verwachsen.

Im Innern klebrig-harziges Fruchtfleisch, das fest an den 4—9 unregelmäßigen, länglich-eiförmigen, oft gegeneinander abgeplatteten Samen haftet. An letzteren zahlreiche Längsfurchen mit Harzbläschen.

Mikroskopischer Befund: Querschnitte durch ein Blattpaar zeigen dieselben Umrißlinien wie bei Sabina. Bei Dreierquirlen dementsprechend 3 symmetrische Blatteile und 3 tiefe Einschnitte an den Verwachsungsstellen der Blätter, von denen jedes einen großen elliptischen Ölgang besitzt (Fig. 17).

Epidermis im Bau ähnlich der von Sabina, in der Fläche erscheint die Tüpfelung der spaltöffnungsfreien Zone nicht so ausgesprochen rosenkranzartig. Die Kutikula mit reichlich Oxalatkristallen ist im allgemeinen doppelt, in der Spitze dreimal so dick wie beim Sadebaumblatt.

Spaltöffnungen vom Coniferenblattyp in gleicher Größe und Verteilung auf beiden Blattseiten wie bei Sabina. Stomata auch hier in Längsreihen; doch weicht manchmal die Richtung des Spaltes von der Achsenrichtung des Blattes in einem Winkel bis zu 90° ab. Bei hoher Einstellung ist das Schließzellpaar umsäumt von einem Rundwall, der von der verdickten Kutikula der Nebenzellen gebildet ist, aber keine weiteren Höcker zeigt, wie der Rundwall bei Taxus baccata (s. Fig. 33) sie besitzt. Hie und da über einer Epidermiszelle der Spaltöffnungszone eine hügelartige Erhebung, die auch hier von starker Kutikularverdickung herrührt.

Perrot und Mongin sprechen bei J. phoenicea nur von Spaltöffnungen auf der Blattinnenseite, die der Rückenseite geben sie nicht an; ebenso lauten die Untersuchungsresultate Strübings.

Das größtenteils zweischichtige Hypoderm bildet meistens an der Blattaußenseite einen ununterbrochenen Stereïdenpanzer; wir beobachteten entgegen Schröter auch Fälle, wo kein Hypoderm über der Öldrüse lag. Dafür waren meist in dieser Region die Zellen des Ölganges und die Epidermiszellen stark verholzt.

Assimilationsgewebe analog dem von Sabina. Sekretgang länglich-oval, im Querschnitt elliptisch, allseits von einer verdickten Parenchymscheide umgeben.

Im Parenchym liegen zerstreut einzeln oder in Gruppen bis 100 μ große, rundlich-ellipsoide oder polyedrisch abgerundete Steinzellen mit mehr oder weniger verdickter, deutlich geschichteter Wandung und in derselben zarte Tüpfelkanäle (Fig. 18).

Fig. 18. Steinzellen aus dem Blatte von J. phoenicea.

Gefäßbündel im Stamm und Blatt von gleichem Bau und gleicher Anordnung wie bei Sabina. Um das Sproßleitbündel eine Scheide aus verdickten Parenchymzellen, die ans Transfusionsgewebe des basalen Blattteiles grenzen.

Der Tracheïdensaum verläuft ähnlich dem von Sabina, doch kommen die bedeutend stärker entwickelten Stränge im unteren Blatteil einander sehr nahe oder können sich hier gar vereinigen. Die Einzelzellen sind meist doppelt so groß wie bei Sabina, durchschnittlich überwiegen rundliche Zellen mit vielen Hofporen von 9 μ Durchmesser, auf deren Wallrändern 2 gerade oder leicht gekrümmte, bis 16 μ lange Auswüchse ohne gegabelte Spitze, die sich infolge ihrer Länge im Zellumen gegenseitig kreuzen können (Fig. 5).

Perrot und Mongin: „Das Transfusionsgewebe im Verhältnis des Schnittes in 6—8 Haufen mit den gleichen Charakteren wie bei Sabina.“ Letzterem können wir nicht beipflichten, da bedeutende Unterschiede bestehen sowohl in der Größe der Zellen als auch in der Länge der Auswüchse und in den Ausmaßen des Hofes über jedem Tüpfel.

Lazarski bestätigt unsere Beobachtungen, wenn er sagt: „Die Querbalkenzellen von J. phoenicea unterscheiden sich derartig von denen der J. Sabina und J. virginiana, daß die ins Innere der Zelle hinein-

ragenden Zapfen und Balken in vielen Fällen die von der gegenüberliegenden Wand abgehenden erreichen. Wandverdickungen stärker als bei J. Sabina und J. virginiana"; aber wenn er weiter schreibt: „Ja bei zahlreichen sind die Verdickungen so stark, daß das Lumen der Zelle ganz oder nahezu ganz verschwindet. Sie gehen durch zahlreiche Übergänge in ganz dünnwandige und nur mit einfachen Zapfen oder balkenartigen Verdickungen versehene über", so können wir die Beobachtungen über die bis zum Schwinden des Lumens verstärkten Zellwände nicht bestätigen.

Feines Pulver (Sieb VI): Im aufgehellten und mit Phloroglucin-Salzsäure behandelten Pulver fallen besonders die bis 100 μ großen Steinzellen mit ihren verdickten und geschichteten Wandungen und mit ihren zarten Tüpfelkanälen auf. Im übrigen treten hervor Epidermisfetzen mit typischen Coniferenspaltöffnungen mit meist paralleler Achsenrichtung. Die Nebenzellen bilden über jedem Schließzellpaar durch besonders starke Kutikularauflagerung einen wallartigen, schmalen Saum (siehe oben).

Zahlreiche verholzte Hypodermfaserverbände, fest verbunden mit der grobgetüpfelten Epidermis der Blattrückenseite; auch hier wie bei Sabina viele kleine Höhlungen in der äußeren Kutikularschicht, in denen vor der Behandlung mit Salzsäure abgeflachte Oxalatkristalle eingebettet waren.

Große Transfusionszellverbände mit vielen Hoftüpfeln von 9 μ Durchmesser, auf deren Wallrändern bis 16 μ lange, zapfenartige Fortsätze.

Bruchstücke von Sproß- und Blattleitbündel; Fetzen von Parenchymzellen mit wabiger Membran und bisweilen verholzte Korkstückchen.

2. Juniperus thurifera L.

Syn.: Juniperus foetida thurifera Spach.
„ hispanica Mill.
„ sabinoides Endl.
„ cinerea Carr.

Neben J. sabinoides Endl. existiert noch J. sabinoides Griseb. = J. foetidissima Willd., von denen Beißner sagt, daß sie unter J. Sabina var. tamariscifolia zu stellen seien.

Material: Bot. Anstalt Basel; Bot. Institut München.

Herkunft: Spanien.

Strauch oder Baum, heimisch in Spanien und Algerien, mit ausgebreiteten Zweigen. Die jüngeren, oberen Zweigspitzen haben das gleiche Aussehen wie Sabinazweige mit Blattyp 1 oder 2. Die kreuzgegenständigen Blattpaare werden gebildet von rhomboidalen oder länglich-ovalen Schuppenblättern mit scharfer, eingebogener oder etwas

abstehender Spitze. Innenseits sind die Blätter zu $^2/_3$ mit dem Sproß verwachsen, auf dem Rücken stark gewölbt mit einer länglich-ovalen, eingedrückten Öldrüse.

Blätter an unteren älteren Zweigen nach De Candolle und nach Beißner drei- oder vierfach gegenständig, unten angewachsen, an der Spitze frei und abstehend, eirund oder lanzettlich, scharf spitzig, auf dem Rücken mit einer länglich-linealen, eingedrücken Öldrüse.

Beerenzapfen 8—10 mm Durchmesser, von schwärzlichbrauner Farbe und blaubereift. Im Fruchtfleisch 2—5 große, unregelmäßig eckige Samen ohne Längsfurchen. Frucht im anatomischen Bau wie die von Sabina; im Fruchtfleisch viele Steinzellen von verschiedener Form und Größe mit mäßig verdickter Wandung; in der Samenschale eine dicke Steinzellschicht.

Mikroskopischer Befund: Umrißlinien des Querschnittes wie bei dem Schuppenblattpaar von Sabina Typ 1 und 2, in jedem Einzelblatt ein großer, ovaler Ölraum. Auf dem Blattrücken im Flächenbild axial langgestreckte Epidermiszellen mit grobgetüpfelten Seitenwänden und mit vielen Kutikularkristallen. Querschnittsbild der Epidermiszellen normal.

Typische Coniferenspaltöffnungen auf der Blattinnenseite in zwei durch ein freies Feld getrennten und an der Spitze wieder vereinigten Streifen; Rückenseits in einem basalen Querbande, das auf den Flanken zahlreiche und in der Mitte nur wenige Stomata aufweist. In den bezeichneten Feldern unregelmäßige Längsreihen von Spaltöffnungen mit gleichmäßig axialer Orientierung aller Atmungsspalten.

Hypoderm ein- bis zweischichtig, über dem Ölgang nicht unterbrochen, an der Spitze verstärkt und vollständig verholzt, sonst nur in den äußeren Schichten der englumigen Bastfasern.

Unter dem Hypoderm der Blattaußenseite, der morphologischen Blattunterseite langgestreckte palisadenartige Parenchymzellen ohne deutliche Schichtenlage, in radialer Anordnung zum Blattleitbündel, dann Schwammparenchym.

Ölgang von ovaler Form und von elliptischem Querschnitt an das Hypoderm anstoßend und von zwei- bis dreischichtigem Parenchym umgeben, das sich im Alter mit Phloroglucin-Salzsäure rot färbt.

Im Mesophyll meist in Gruppen liegende Steinzellen von gleichem Aussehen, jedoch reichlicher als bei J. phoenicea. Prause erwähnt bei Beschreibung von Blattmaterial aus Kulturen diese auffällige Erscheinung nicht. Bau und Verlauf der Stamm- und Blattleitbündel ähnlich denen von Sabina; im Phloëm stets viele verholzte Bastfasern. Um das Stammleitbündel eine Scheide aus verdickten Parenchymzellen.

Der Tracheïdensaum folgt dem Blattleitbündel bis zu dessen Einbiegen in das Stammleitbündel, dann wenden sich die beiden Säume in die untere Blatthälfte, in der sie sich stark verbreitern. Die größten tracheïdalen Zellen aus dem basalen Blatteil gleichen denen von J. phoenicea sehr. Auch hier reichlich Hoftüpfel von 9 μ Durchmesser mit

zwei langen Wallrandfortsätzen, die sich auch hier wie bei J. phoenicea wegen ihrer Größe im Zellumen kreuzen. Die Innenmembran oft mit zapfenartigen Auswüchsen wie bei Sabina.

Wenn die Sproßachse in die Dicke wächst, kann das Transfusionsgewebe im basalen Blatteil infolge Dehnung des Blattes in die Breite in Gruppen zersprengt werden. Gleichzeitig weichen die Bätter im Alter an der Verwachsungsstelle der Blattränder auseinander, und sowohl hier als auch in den Blattachseln tritt viel dünnwandiges, verholztes Periderm auf. Im übrigen vollzieht sich die Korkbildung analog wie bei Sabina.

Perrot und Mongin schreiben: „Ob die Droge (J. thurifera) in Spanien und Algerien wie Sabina gesammelt wird, ist unbekannt.“ Wir ließen uns Muster von spanischen Drogenhäusern und Apotheken kommen und fanden, daß alle sieben als Sabina bezogenen Handelsmuster nur aus den Zweigspitzen von J. phoenicea bestanden.

Die Varietät J. thurifera var. gallic. wird in Frankreich wie die echte Sabinadroge gebraucht und soll nach M. P. Guiges eine mindestens gleichwertige physiologische Wirkung wie Sabina entfalten. Die Pflanze gleicht in der Form, der Anlage und im anatomischen Bau des Blattes völlig der oben beschriebenen J. thurifera L.

Feines Pulver (Sieb VI): Im aufgehellten und mit Phloroglucin-Salzsäure behandelten Pulver zartgetüpfelte Epidermiszellen mit typischen Coniferenspaltöffnungen, undeutlich reihenförmig mit stets parallel gerichtetem Spalt. Um das Schließzellpaar fehlt der Kutikularwall, wodurch sich J. thurifera von J. phoenicea unterscheidet.

Sehr reichlich, meist in Gruppen, große Steinzellen mit geschichteter Wandung und zarter Tüpfelung. Transfusionszellen wie bei J. phoenicea, Wallranddurchmesser 9 μ. Bruchstücke vom Stamm- und Blattleitbündel mit zahlreichen verholzten Bastfasern in ersterem. Völlig verholzte und solche Hydodermfaserverbände, die sich mit Phloroglucin-Salzsäure nur in den äußersten Wandschichten röten, fast immer im Zusammenhang mit der Epidermis. Korkfetzen.

Epidermisfetzen im Präparat, das nur aufgehellt wurde, mit reichlich Oxalatkristallen in der Kutikula und in den Membranen der Parenchymzellen.

Speziesform: Die geschnittene Droge (J. thurifera) ist im Aussehen und in der Stellung der Schuppenblätter von Sabina nicht zu unterscheiden; im anatomischen Blattpaarquerschnitt ist J. thurifera und J. thurifera var. gallic. an den vielen Steinzellen des Mesophylls zu erkennen.

Tabelle
über die Unterscheidungsmerkmale zwischen J. phoenicea einerseits und J. thurifera und J. thurifera var. gallic. andererseits in Spezies- und Pulverform. Steinzellen im Mesophyll dieser Blattdrogen nicht verschieden ausgebildet.

	J. phoenicea	J. thurif. und J. thurif. var. gall.
Blattstellung	Hauptsächlich Zweigstücke mit Dreierquirlen, daneben dünnere Sprosse mit kreuzgegenständigen Blattpaaren	Zweige mit kreuzgegenständigen Blattpaaren
Lage der Spaltöffnungsfelder auf dem Blattrücken	Rechts und links von einem freien Mittelfeld ein ausgedehnter Komplex	Meist ein zusammenhängendes Querband, das in der Mitte nur dünn mit Spaltöffnungen besetzt ist
Lage der Stomata zueinander	Spalten überwiegend parallel zueinander, daneben vereinzelt Abweichungen bis zu 90°	Spalten regelmäßig parallel zu einander
Kutikularwall über dem Schließzellpaar	Vorhanden	Fehlt

3. Juniperus virginiana L.

Syn.: Juniperus arborescens Mnch.
„ foetida virginiana Spach.
Sabina virginiana Ant.

Material: Pharm. Anstalt Basel; Bot. Anstalt Basel; Eidg. techn. Hochschule Zürich.

Nordamerikanischer Baum, in Europa in Kultur. Das vorliegende Herbarmaterial zeigte folgende stark wechselnde Form und Anordnung der Blätter:

1. Zweigspitzen mit nur schuppenförmigen, enganliegenden Blättern in kreuzgegenständigen Paaren wie bei Sabina Typ 1 und 2.
2. Sprosse mit nur nadelförmigen, im Winkel von 45—60° oder in spitzerem Winkel abstehenden, etwa 10 mm langen Blättchen mit herablaufender Basis. Nur kreuzgegenständige, paarige Wirtel. Nach Beißner an jungen Pflanzen Nadeln zu dreien, lang zugespitzt, stechend, oben gerinnt mit weißlicher Zeichnung, auf dem Rücken mit einer länglich-linealen Öldrüse.

   Nadeln dünn mit steifer, scharfer Spitze, Rücken flach quer gewölbt, Innenseite dementsprechend konkav. Stomata oberseits in 12—16 Längsreihen, die in der unteren Blatthälfte durch ein axial gerichtetes, freies Mittelfeld in 2 Streifen getrennt sind. Rückenseits Spaltöffnungen an der sproßverwachsenen Blattbasis in 2—3, oft unterbrochenen Längsreihen rechts und links von einem freien Mittelfelde.

3. Zweige mit Schuppenblättern, wie unter 1 angegeben; jedoch am Gipfelsproß Nadelblätter in sehr auseinandergezogenen Zweier- und Dreierquirlen, und zwar an derselben Achse durcheinander einige paarige Wirtel wechselnd mit einigen Dreierquirlen.
4. Bei den Zweigen mit spitzwinklig abstehenden Nadeln bildet manchmal die Spitze jedes Triebes unvermittelt Schuppenblattzweige, wie unter 1 gezeichnet, aus.

Die Schuppenblätter sind kurz, eirund-rhombisch oder lanzettlich zugespitzt mit wenig auffälliger Öldrüse auf der Rückenseite. Spaltöffnungsfelder auf der Innenseite wie bei Sabina, auf der Blattrückenseite von der Basis bis etwa zur unteren Ölganggrenze ein bogenförmiges Band, das in der Mitte keine oder nur spärliche Stomata zeigt.

Zahlreiche kleine, braunviolette, blaubereifte, einzeln stehende Beerenzapfen von länglich-ovaler Form. Durchmesser bis 5 mm. Im Innern der Früchte 1—2 kleine, eiförmige Samen mit stumpfen Kanten.

Aus vorstehenden Untersuchungen geht hervor, daß J. virginiana sehr veränderlich ist. Beißner zählt allein 33 Wuchsformen auf, die schuppen- und nadelförmige oder nur schuppenförmige oder nur nadelförmige Blätter haben.

Mikroskopischer Befund: Querschnitt durch ein Schuppenblattpaar oval mit 2 Seitenkerben an der Verwachsungsstelle der Blätter, analog wie bei Sabina.

Nadelquerschnitt stumpf dreieckig mit stark gerundeten Kanten und langer, nach innen gebogener Grundlinie (Oberseite). Epidermis der spaltöffnungsfreien Zone aus axial gerichteten, grobgetüpfelten Zellen mit dicker Kutikula und mit zahlreichen Oxalatkristallen. Innen- und Seitenwände der Oberhautzellen können leicht verholzt sein. Beim Nadelblatt sind die Epidermiszellen schmaler und mehr in Längsreihen geordnet.

Stomata in Form und Größe wie bei Sabina; Spalt immer axial gestellt. Bei Schuppenblättern auf der Innenseite als Mittelwert von 20 Zählungen etwa 35 Spaltöffnungen auf 1 qmm, auf der Rückenseite im Mittel etwa 31 Spaltöffnungen auf 1 qmm.

Hypoderm beim Schuppenblatt überwiegend zweischichtig und verholzt, über dem Ölgang nicht unterbrochen; beim Nadelblatt nur in den versteiften Blatträndern und in der Stachelspitze verstärkt und verholzt, sonst auf der Blattunterseite der Nadel einschichtiges Hypoderm, nur im mittleren Teile verholzt. Die schwach verdickten, getüpfelten Bastfasern sind im Querschnitt von unregelmäßiger Form und verhältnismäßig großlumig.

Parenchymgewebe wie bei Sabina, im Nadelblatt eine deutliche Lage Palisaden auf der Unterseite.

Der Ölgang, in Größe und Lage wechselnd, im Quer- und Längsschnitt oval, ist ausgekleidet mit dünnwandigen Epithelzellen, die mit Phloroglucin-Salzsäure meist schwache Rotfärbung zeigen. Beim Nadelblatt beobachteten wir keinen Sekretgang.

Blattleitbündel ohne besondere Eigentümlichkeiten, Stammleitbündel mit verholzten Bastfasern im Phloëm und verdickter Parenchymscheide.

Prause gibt als Charakteristikum für J. virginiana an, daß am Phloëmrande fünf 25 μ dicke Bastfasern liegen. Uns gelang es nur einmal, unter vielen Schnitten solche Elemente festzustellen. In diesem Falle befand sich am Phloëmrande eine Gruppe von acht unverholzten, dickwandigen Bastfasern von unregelmäßigem Querschnitt.

Beim Schuppenblatt zieht sich das Transfusionsgewebe am Leitbündel entlang, verbreitert sich stark am unteren Teil desselben und endigt in zwei Strängen frei in der Blattbasis. Übergang von innen gelegenen echten, tüpfellosen Tracheïden mit netzleistenförmiger Membranverdickung zu äußeren Tracheïdalzellen mit zahlreichen behöften Tüpfeln. Auf den Wallrändern dieser Hoftüpfel zwei lange, gerade oder gebogene Auswüchse, die sich im Lumen der Zelle manchmal kreuzen. Die Spitze der Wallrandfortsätze kann wie bei Sabina gegabelt sein, daneben auch Wallrandfortsätze, die meist zu dreien von einem Hoftüpfel ausgehen und die sich von einem Wallrand zum andern als dicke Balken, der Innenwand angewachsen oder teilweise frei, im Zellinnern hinziehen. Hoftüpfeldurchmesser 6 μ.

Im Nadelblatt rechts und links vom Leitbündel parallel zu den Blatträndern ein Tracheïdensaum, der an Breite jederseits dem Holzkörper gleichkommt und dessen Elemente denen des Schuppenblattes gleichen.

Lazarski sagt: „J. virginiana stimmt in der Verteilung der Spaltöffnungen, in den Epidermiszellen, in der Bastfaserschicht, in der Lagerung der Ölhöhle, als auch in der Form und sonstigen Beschaffenheit der Querbalkenzellen mit Sabina vollkommen überein.“

Bei der großen Veränderlichkeit der Form und Anordnung der Blätter von J. virginiana ist es schwierig, gleichbleibende Merkmale anzugeben. Da die Schuppenblätter morphologisch und anatomisch mit denen von J. Sabina übereinstimmen, ist es unmöglich, diese beiden Drogen im feinen Pulver mikroskopisch zu unterscheiden. Auch beigemengte feingepulverte Nadelblätter von J. virginiana ändern an dieser Tatsache nichts. Anders verhält es sich bei Speziesform und bei der grob zerkleinerten Droge. Hier bietet die große Mannigfaltigkeit in Form und Anordnung des Blattes von J. virginiana gegenüber der Sabinadroge, die hauptsächlich aus Schuppenblättern Typ 1 und 2 besteht, eine Handhabe, um erstere an der Menge der Nadelbruchstücke zu erkennen. Liegen von J. virginiana nur Schuppenblätter in Speziesform oder in grobem Pulver vor, so bietet die querbandartige Anlage der kurzen Spaltöffnungsfelder — von der Basis bis zur unteren Ölganggrenze — auf dem Blattrücken von J. virginiana ein Unterscheidungsmerkmal gegenüber J. Sabina, bei welcher die beiden rückenseitigen Spaltöffnungsfelder von der Basis bis zur oberen Ölganggrenze reichen (Fig. 11).

Liegen größere Mengen feinen Pulvers zur Identifizierung der beiden Spezies vor, so kann die Bestimmung des Ölgehaltes als Diagnostikum herangezogen werden. Nach Schimmels Bericht vom Jahre 1894 beträgt der Ölgehalt aus frischem, selbst gesammeltem Material von

J. virginiana L. 0,2%; das Destillat ist im Geruch ganz verschieden von dem des Sadebaumöles. Nach Gildemeister und Hoffmann ist die Ausbeute an Öl bei J. Sabina je nach Sammelzeit und Frische des Blattmaterials verschieden, schwankt zwischen 3 und 5%, das ist der 10—20fache Gehalt an Öl wie bei Blättern von J. virginiana.

4. Juniperus communis L.

Material: Pharm. Anstalt Basel; Bot. Anstalt Basel; Eidg. techn. Hochschule Zürich.

Der Strauch besitzt nur Nadelblätter, die vorwiegend in dreigliedrigen Wirteln stehen; viergliedrige Quirle sind selten. Die jüngeren, grünen Sproßachsen sind durch Längsleisten unter den Blättern dreikantig. Ältere Zweige im Querschnitt kreisrund und mit graubrauner, rissiger, sich faserig ablösender Rinde bedeckt.

Die Nadeln sind im trockenen Zustande steif-lineal, von der Mitte oder vom oberen Drittel ab meist allmählich in die scharfe, seitlich etwas eingerollte Stachelspitze verjüngt, basal etwas angeschwollen und verschmälert und an der Anheftungsstelle beiderseits leicht ausgerandet.

Die Blattunterseite ist grob längsrinnig, basal stumpf gekielt. Die Oberseite trägt einen breiten, weißlichen Längsstreifen, auf dem man mit der Lupe die Stomata als dunkle Punkte erkennt.

Nach Erb und nach Schröters Beobachtungen drehen sich an ganz trockenen Lagen die Zweige und Nadeln so, daß alle Spaltöffnungen nach unten gerichtet sind und also die Pflanze von oben gesehen dunkelgrün, von unten weißlich erscheint.

Rundliche Beerenzapfen zahlreich, einzeln stehend, meist aus drei Schuppenblättern verwachsen, schwarzbraun, bläulich bereift. Am Scheitel ein dreiteiliger, geschlossener Spalt und drei Höcker, herrührend von den Spitzen der drei untereinander verwachsenen Schuppenblätter. Im Innern meist drei länglich stumpfe, dreieckige braune Samen. Hervorzuheben ist, daß im Fruchtfleisch gerade wie bei den Sabinafrüchten rudimentäres Transfusionszellgewebe vorkommt, das in den Arzneibuchbeschreibungen von Fructus Juniperi bisher nicht erwähnt wurde.

Mikroskopischer Befund: Querschnitt durch die Blattmitte dreieckig mit abgerundeter oder flacher Spitze, mit scharfen oder stumpf gerundeten Blattkanten und flacher, in der Mitte etwas eingesenkter Oberseite mit dem Spaltöffnungsfelde. Vergleiche Schröter, Schematische Übersicht über die Nadelanatomie (Umrißlinien) von J. communis S. 306.

Eine Epidermis aus axial gestreckten, langen, schmalen Zellen in regelmäßigen Längsreihen mit geradlinigen Seitenwänden und mit grober, perlschnurartiger Tüpfelung bedeckt die Blattunterseite und zieht sich über die Blattränder auf die Oberseite, wo sie das breite Spaltöffnungsfeld mit anders gearteten Epidermiszellen mit einem Saum scharf begrenzt, der jederseits ein Viertel der Blattbreite einnimmt. Im Querschnitt sind diese Epidermiszellen großlumig und besitzen eine dicke Kutikula, in der die typischen Calciumoxalatkristalle nicht fehlen. Seiten-

wände und Innenwand im allgemeinen verholzt; von letzterer dringen keilförmige (Querschnitt), verholzte Zapfen mehr oder weniger tief zwischen zwei unverholzte Hypodermfasern ein. Von der Fläche sieht man daher bei Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure die farblosen Fasern beiderseits von roten Längsstreifen eingefaßt. Wir beobachteten auch Fälle, in denen alle Epidermiszellwände verholzt waren.

Die Oberhautzellen des grünen Sprosses sind gleich denen des Blattrückens. Die verdickten Außenwände sind im Querschnitt stark vorgewölbt, darunter eine Lage groß- oder kleinlumiger Bastfasern, die nur über dem Ölgang fehlen. Wir fanden Sprosse ohne jede Verholzung von Epidermis, Hypoderm und Sekretraumwänden und andere mit verholzten Epidermisinnen- und Seitenmembranen, verholztem Hypoderm und verholzter Scheide um den Ölgang.

Epidermiszellen in der Umgebung der Spaltöffnungen kurz, polygonal mit dünneren Seitenmembranen.

Ein breites Spaltöffnungsfeld nur auf der Blattoberseite von der Spitze bis zur Basis entweder ganz durchlaufend oder durch ein freies Mittelfeld, das stets basal beginnt und das nie bis zur Spitze reicht, unten in zwei breite Längsstreifen zerteilt. Nach Strübing ist eine vorhandene „Mittelrippe" als Ausnahme anzusehen. Wir fanden bei den Nadeln einer Pflanze 50% mit und 50% ohne Mittelfeld, bei einem anderen Exemplar überhaupt kein derartiges Feld, so daß man wohl, nach diesen beiden Fällen zu urteilen, diesen spaltöffnungsfreien Streifen weder als Ausnahme noch als Regelmäßigkeit ansehen darf.

Am Sproß nur selten wenige Spaltöffnungen auf den Flachseiten der Längsleisten unter den Blättern. Stomata vom Coniferenblattspaltöffnungstyp auf der Oberseite in wohlgeordneten Längsreihen mit regelmäßig axialer Spaltrichtung. Die Spaltöffnungen stehen sehr gedrängt nebeinander und in den Reihen hintereinander; auf 1 qmm kommen im Mittel 38 Spaltöffnungen.

Hypoderm aus englumigen, stark verdickten Bastfasern in einschichtiger Lage unter dem Epiderm der spaltöffnungsfreien Zone und unter einem etwa vorhandenen Mittelfeld; es ist vollständig verholzt und zwei- bis dreischichtig in der Blattspitze, in den Kanten und über dem Ölgang; auf dem Blattrücken sind die Hypodermfasern gar nicht oder nur in der äußeren Wandung verholzt. Unter dem Hypoderm eine deutliche Schicht kurzer, gestreckter Zellen, die gleich den übrigen Mesophyllzellen in radialer Anordnung zum Blattspurstrang liegen.

Auf der Blattunterseite, an das Hypoderm anstoßend, ein Ölgang, der von der Blattspitze über die Basis in den Sproß verläuft und hier in einer der vorstehenden Längsleisten bis zum nächstunteren Blattquirl reicht. Ausgekleidet ist der im Querschnitt kreisrunde Ölgang im Blatt von 2 Reihen, im Sproß von 3 Reihen verholzter Parenchymzellen. Zum Nachweise verholzter Membranen wurde sowohl hier als auch bei anderen Gelegenheiten neben Phloroglucin-Salzsäure Casparis Kobaltorhodanidreaktion angewandt.

Rechts und links vom Blattleitbündel an den Holzteil anschließend der Tracheïdensaum, im Querschnitt an Größe jederseits gleich dem halben Durchmesser des Holzkörpers. Innen die längsten, aber schmalsten Tracheïden mit zarten, dichten Netzleisten und wenigen behöften Tüpfeln; mehr zum Rand des Saumes hin kurze und breite Zellen mit stärkeren Netzbalken und zwischen den Maschen des Netzes behöfte Tüpfel. Keine freien Auswüchse ins Zellumen wie bei J. Sabina, J. virginiana und J. oxycedrus.

Am Phloëmrande des Blattleitbündels eine zusammenhängende oder geteilte Gruppe unverholzter, starker Bastfasern mit dicker, geschichteter Wandung und mit zarter, spärlicher Tüpfelung. Querschnitt dieser Bastfasern oval, dreieckig oder polygonal; Lumen schmal, spaltenförmig.

Korkkambium tritt im Sproß sehr frühzeitig am äußeren Rande des Phloëms auf.

Feines Pulver (Sieb VI): Im aufgehellten und mit Phloroglucin-Salzsäure behandelten Pulver Epidermisfetzen mit typischen, reihenförmig angeordneten Coniferenspaltöffnungen mit paralleler Spaltrichtung. Auf 1 qmm im Mittel 38 Stomata. Oberhautfetzen der spaltöffnungsfreien Zone mit langgestreckten und grob rosenkranzartig getüpfelten Zellen und in deren Kutikula zahlreiche feine Höhlungen, in denen vor der Behandlung mit Salzsäure die Oxalatkristalle lagen.

Stückchen verholzter Hypodermfaserverbände von den Blatträndern und von der Spitze, meist mit anhängender Epidermis.

Langgestreckte schmale und kürzere breite Transfusionszellen, innenseits mit zarten oder mit dicken Netzleisten und Hoftüpfeln in dem Maschennetz. Wallranddurchmesser 8 μ. Keine zapfenartigen Auswüchse ins Zellumen. Fetzen vom Sproß- und Blattleitbündel. Parenchymzellen, manchmal mit verholzten Membranen von der Auskleidung des Ölganges. Leicht verholzte Korkfetzen.

5. Juniperus oxycedrus L.

Material: Pharm. Anstalt Basel; Bot. Anstalt Basel; Bot. Garten Basel; Eidg. techn. Hochschule Zürich.

Nadeln zu dreien in alternierenden Wirteln, durch mehr oder weniger lange Internodien voneinander getrennt. Einzelblatt abstehend, steif lineal, 12—30 mm lang, mit scharfer Spitze, an der Basis eine Anschwellung wie bei J. communis.

Nadeloberseite leicht gefurcht, mit zwei weißen Längsstreifen, die durch eine erhabene, an der Basis stark hervortretende Längsleiste getrennt werden; unterseits scharf keilförmig.

Sproß durch 3 Längsleisten unter den Nadeln dreikantig, im Alter rund.

Beerenzapfen einzeln, fast sitzend, in der Größe sehr verschieden, 6—7 mm lang und 5—6 mm breit, bald größer, 11—12 mm lang und breit, fast kugelig, braunrot glänzend. Im Innern 3 oder 6 breite, eirunde oder fast kreisrunde, undeutlich dreieckige Samen, die oberhalb zusammengedrückt sind.

Mikroskopischer Befund: Die Nadelanatomie hat große Ähnlichkeit mit der von J. communis, Querschnitt dreieckig mit leicht gerundeten Ecken, mit fast gerader Grundlinie (Oberseite) und mit flach eingebuchteten Seitenlinien.

Epidermiszellen der spaltöffnungsfreien Zone langgestreckt und in Längsreihen mit stets deutlicher Tüpfelung der Seitenmembranen, gerade wie J. communis. Lazarski schreibt: „Nur die Anwesenheit nicht getüpfelter Epidermiszellen bei J. oxycedrus würde einen Anhaltspunkt zur Unterscheidung abgeben (gegenüber J. Sabina, J. virginiana und J. communis)." Im Querschnitt sind die Oberhautzellen stark nach außen vorgewölbt und mit einer dicken, kleine Oxalatkristalle enthaltenden Kutikula überdeckt. In den manchmal verholzten Seitenwänden kommunizierende Tüpfelkanäle. Die Innenwand ist stets verholzt und keilförmig zwischen die Lücken zweier Hypodermfasern eingezwängt, so daß im Flächenbild schmale, verholzte Längsstreifen beiderseits jeder Hypodermfaser erscheinen.

Die beiden Spaltöffnungsfelder der Blattoberseite hängen nur an der Spitze zusammen, sind an den beiden Außenseiten durch breite, von Hypoderm unterlegte Streifen scharf begrenzt und in der Mitte stets durch ein freies, schmales Mittelfeld geschieden. Stomata in Längsreihen wie bei J. communis. Auf 1 qmm im Mittel 30 Spaltöffnungen. Epidermiszellen in der Umgebung der Stomata polygonal, kurz und ohne Tüpfelung.

Hypoderm in der Spitze und in den Blatträndern mehrschichtig und stark verholzt, unter dem Mittelfeld verholzt, einschichtig; auf der Rückenseite meist einfach und nur in der äußeren Faserwandung verholzt.

Eine deutliche Lage Palisaden auf der Blattunterseite und an den Rändern des Blattes etwas auf die Oberseite übergreifend, ebenso unter dem Mittelfeld der Oberseite.

Der Ölgang ist im Querschnitt kreisrund, sehr klein und von zwei bis drei Schichten dickwandiger Parenchymzellen umgeben, deren äußerste Lage an die Epidermis stößt und beiderseits von zwei- bis fünfschichtigem Hypoderm eingefaßt ist. Der Ölgang setzt sich in den Sproßlängsleisten fort und reicht hier fast bis zum nächstunteren Blattwirtel.

Blatt- und Stammleitbündel ohne besondere Merkmale. Am Phloëmrande des Blattleitbündels 1—2 Lagen großer, unverholzter Bastfasern.

Tracheïdensaum mächtig entwickelt; jeder Strang im Blattquerschnitt so stark wie das ganze Blattleitbündel. Dementsprechend sind auch die Einzelelemente kräftig entwickelt, so daß Längswände dieser Zellen mit 2 Reihen Hoftüpfeln keine Seltenheit sind. Auf den Wallrändern der Hoftüpfel meist zwei kurze, gerade Auswüchse, auf den Innenmembranen netzleistenförmige Verdickungen. Der Sproß ist in seinem Aufbau und Aussehen wenig verschieden von demjenigen von J. communis. Auch hier im Querschnitt in jedem der 3 Längsleisten ein kreisrunder Ölgang mit dünnwandiger Epithelschicht und dickwandiger Parenchymscheide, beide verholzt. Um das zentrale Leitbündel eine meist zweischichtige

Lage verdickter Parenchymzellen, die später verholzen und im Pulver stark dominieren, und um dasselbe dünnwandiger Kork, je nach Alter ein- bis mehrschichtig. In der Achsel zwischen Blatt und Sproß schon im jungen Stadium mehrschichtiger, verholzter und in seinem Aufbau unregelmäßiger Trennungskork, der im Laufe der Zeit mit der inneren Korklage verwächst und so die Abwurfstelle der Nadel nach außen verschließt.

Feines Pulver (Sieb VI): Epidermisfetzen mit reihenförmigen Coniferenspaltöffnungen, deren Spalten regelmäßig parallel gerichtet sind. Oberhautstückchen der spaltöffnungsfreien Zone mit reihenförmigen, langgestreckten Zellen mit grobgetüpfelten Seitenwänden. Innen- und Seitenmembran verholzt. Kutikularschicht mit zahlreichen Oxalatkristallen; verholzte und unverholzte Hypodermfaserverbände.

Große Transfusionszellen mit vielen behöften Tüpfeln, auf deren Wallrändern zwei kurze, gerade Auswüchse; auf der Innenmembran Netzleisten. Neben normalen auch verholzte Parenchymzellen. Bruchstücke von den Leitbündeln und viel Korkfetzen.

6. Biota orientalis Endl.

Syn.: Thuja orientalis L.
„ acuta Mnch.
Cupressus Thuja Targ.

Material: Pharm. Anstalt Basel; Bot. Anstalt Basel; Bot. Garten Basel; Eidg. techn. Hochschule Zürich.

Stark verzweigter Baum mit aufstrebenden Ästen.

Zweizeilige, fächerförmig verzweigte, flachgedrückte Kurztriebe von bilateralem Bau; die Blätter der Breitseite ebenso wie die der Kanten in paarigen Wirteln kreuzgegenständig, dachziegelig angedrückt.

Kantenblätter, vom Rücken gesehen, lanzettlich mit gerundeter Spitze und einer langen, etwas eingesenkten Öldrüse in der oberen Blatthälfte. Das kahnförmige Einzelblatt ist im Rücken gefaltet, seine beiden Flanken verlaufen auf der Flachseite von der Spitze aus erst einwärts, dann nach auswärts gebogen und treffen basal zusammen. Die Innenseite ist zu $^2/_3$ mit dem Sproß verwachsen und hat in der nicht verwachsenen Zone zwei an der Spitze vereinigte Spaltöffnungsfelder; rückenseits zwei solcher Streifen, die von der Basis, wo sie durch eine schmale Brücke von Stomata verbunden sein können, bis zum Beginn des Ölganges reichen.

Die Blätter der Breitseite sind flach, rhombisch oval mit stumpfer Spitze; Öldrüse auch hier mehr im oberen Blatteil, rückenseits und etwas eingesenkt. Innere Blattfläche fast zu $^3/_4$ mit dem Sproß verwachsen, Spaltöffnungen hier in zwei breiten Bändern, die sich von der Spitze an den Blatträndern entlang hinziehen und somit ein dreieckiges Mittelfeld freilassen. Rückenseits zwei Spaltöffnungsstreifen, die sich von der

Basis, wo sie durch eine schmale Querbrücke von Stomata verbunden sein können, bis in die Höhe der unteren Ölganggrenze, den Blatträndern genähert, hinziehen.

Die schnell aufgeschossenen Langtriebe von radiärem Bau bestehen in jedem kreuzgegenständigen Blattpaar aus langen, linealen, sproß- und seitenverwachsenen Blättern mit kurzer, stumpfer, abstehender Spitze und besitzen rückenseits einen langen Ölgang, der kurz unterhalb der Spitze beginnt und in der Basis endigt. An den Verwachsungsstellen der Blattränder eine mehr oder weniger tiefe Längsfurche. Spaltöffnungen auf der inneren freien Blattspitze in zwei, an der Spitze vereinigten Streifen, die bis zu den Blatträndern reichen und die in der Mitte ein breites Feld freilassen. Rückenseits zwei vollständig getrennte Längsfelder, die kurz unter der Spitze beginnen, in der Mitte spärlich besetzt und teilweise unterbrochen sind und basal mit zahlreichen Stomata besetzt endigen.

Der Fruchtzapfen besteht aus 6—8 länglichen, verkehrt eiförmigen, kreuzweise gegenständigen Schuppen, von denen die unteren die größeren sind. An der Spitze jeder Fruchtschuppe eine nach außen gebogene, hakenförmige Verlängerung.

Zwei braune, ungeflügelte Samen am Grunde der unteren Schuppen, bei den kleineren oberen meist nur ein entwickelter länglich-ovaler Same.

Mikroskopischer Befund: Bei den beiden, ungleich ausgebildeten Blattwirteln der Kurztriebe bekommt man zwei verschiedene Querschnittbilder, wozu noch als drittes unterschiedliches Bild dasjenige vom Langtriebe zu rechnen ist.

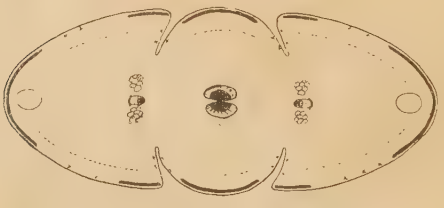

Fig. 19. Schematischer Querschnitt durch ein Kantenblattpaar von Biota orientalis.

Fig. 20. Schematischer Querschnitt durch ein Flächenblattpaar von Biota orientalis.

1. Flächenblattquerschnitt (Fig. 20) von länglich ovaler Form mit zwei kurzen Einschnitten an den Verwachsungsstellen der beiden Blätter und mit je einem kleinen ovalen Ölgang in jedem Einzelblatt.

Epidermiszellen der spaltöffnungsfreien Zone langgestreckt, stark getüpfelt, oft mit verholzten Innen- und Seitenmembranen. Darüber eine starke Kutikula mit zahlreichen, bis 3 μ großen Oxalatkristallen. In den Spaltöffnungsfeldern sind die Epidermiszellen kürzer und zarter getüpfelt, in der Umgebung der Schließzellen meist ganz ohne Tüpfel.

Die Stomata liegen zerstreut innerhalb der schon bezeichneten Felder; auch die Richtung des Spaltes ist regellos. Typische Coniferenspaltöffnungen, in ihrer Größe sehr schwankend.

Verholztes, meist einschichtiges Hypoderm in der Spitze und in den Rändern des Blattes, auf dem Rücken meist unverholzt und über dem Ölgang unterbrochen.

Zwei Reihen Palisaden auf der Außenseite jedes Blattes; um das Stammleitbündel eine Parenchymscheide, davon radiär ausstrahlend ein lockeres Parenchymgewebe aus großen, chlorophyllarmen Zellen mit großen Interzellularräumen.

Fig. 21. Querschnitt durch ein Bastfaserbündel am Phloëmrande des Blattleitbündels von Biota orientalis.

Das Blattleitbündel verläuft größtenteils in nächster Nähe des Stammleitbündels; erst zur freien Blattspitze hin tritt es ins Innere des oberen Blatteiles ein. Am Phloëmrande stets eine auffällige Gruppe von drei bis zehn großlumigen, dickwandigen, unverholzten Bastfasern mit spärlichen Tüpfelkanälen (Fig. 21).

Das Transfusionsgewebe liegt auf dem Längsschnitt fast nur in der oberen Blatthälfte. Es beginnt an der Spitze des Leitbündels, erreicht zu beiden Seiten desselben bald seine größte Breite und sendet vier dünne, kurze Ausläufer abwärts; von diesen laufen die beiden inneren am Leitbündel entlang bis zu dessen Einbiegen an das Stammleitbündel; in jedem Blattrand, und zwar parallel und in einiger Entfernung von demselben, je ein äußerer Strang.

Fig. 22. Querschnitt durch eine Transfusionszelle von Biota orientalis.

Die tracheïdalen Zellen des Transfusionsgewebes sind zahlreich behöft getüpfelt. Auf den Wallrändern der Hoftüpfel wurmförmig gekrümmte, bis 10 μ lange Fortsätze zu zwei oder mehreren. Durchmesser des Hoftüpfels 8 μ. Zellinnenwände ohne Auswüchse (Fig. 22).

Der längliche Ölgang von elliptischem Querschnitt beginnt erst im mittleren Blatteil und endigt kurz unterhalb der Spitze. Wir beobachteten auch bisweilen zwei seitliche, etwas engere Ölgänge statt des mittleren Sekretganges.

2. Kantenblattquerschnitt (Fig. 19) flach elliptisch, in der Mitte der basale Teil des nächsthöheren Flächenblattpaares, von deren fast kreisrunden Umrißlinien sich die bauchseits verwachsenen Kantenblätter durch je zwei starke Kerben oben und unten deutlich abheben. Epidermis, Mesophyll, Hypoderm, Ölgang und Lage der einzelnen Spaltöffnungen innerhalb der schon oben bezeichneten Felder wie bei den Flächenblättern.

Das Blattleitbündel mit einer Bastfasergruppe am Phloëmrande verläuft hier bis zur Basis im Blatte selbst, und zwar bauchseits nahe der Verwachsungszone, die als breites Querband verdickter Parenchymzellen im Querschnitt sichtbar ist.

Um das Stammleitbündel eine breite Scheide dünnwandigen Parenchyms.

Ein schmaler Tracheïdensaum jederseits vom Blattleitbündel von der Spitze bis zur Basis mit gleichen Transfusionszellen wie oben beschrieben.

3. Der Querschnitt durch das Blattpaar eines Langtriebes ist rundlich oval und besitzt zwei mehr oder weniger tiefe Kerben und in jedem Einzelblatt je einen ovalen Ölgang.

Epidermis und Lagerung der einzelnen Stomata wie oben. Hypoderm nur in der Spitze und in der oberen Blatthälfte einschichtig, teilweise verholzt, über dem Ölgang unterbrochen. Parenchymzellen in radiärer Anordnung zum Leitbündel. Um das Stammleitbündel eine mächtige Scheide verdickter Parenchymzellen.

Das Blattleitbündel verläuft bauchseits durch das ganze Blatt; Bastfaserbelag am Phloëmrande unverholzt und nicht bis zur Basis reichend.

Tracheïdensaum mit den schon beschriebenen typischen Transfusionszellen nur in der oberen Blatthälfte. Er beginnt an der Spitze des Leitbündels, erreicht als breites Band auf dessen beiden Seiten bald seine größte Ausdehnung, indem er sich dabei etwas vom Leitbündel entfernt, jedoch in gleichem Abstand von den Blatträndern bleibt. Zwei dünne, äußere Stränge verlaufen ungefähr bis zur Mitte parallel zu den Blatträndern, während sich zwei innere, kürzere Zipfel bald im Parenchym verlieren. Korkkambium tritt bei allen Zweigen am Rande der Parenchymscheide auf mit gleicher Peridermbildung wie bei J. Sabina.

In allen Parenchymzellen zahlreiche kleine Oxalatkristalle als unregelmäßige, eckige Körner und als wohlausgebildete Kristalle, meist tafelförmig abgeplattet, fest an der Membran haftend und sogar in das Zellumen ragend.

Über die gepulverten Zweigspitzen schreibt Lazarski: „Biota orientalis gleicht in histologischen Verhältnissen ganz der J. Sabina und J. virginiana, und auch die relativ größere Anzahl behöft getüpfelter Querbalkenzellen könnte einen, wenn auch nur unsicheren Anhaltspunkt geben."

Entgegen dieser Ansicht war es uns ein Leichtes, an Hand der Regellosigkeit der Spaltrichtung der Stomata auch in feinem Pulver Biota orientalis von den beiden anderen Pflanzen zu unterscheiden. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal sind die wurmförmigen Wallrandauswüchse in den reich behöften, glattwandigen Transfusionszellen von Biota orientalis. Epidermis, Hypoderm, Parenchym und Leitbündel sind im zerkleinerten Zustand gleich wie bei allen anderen schon beschriebenen Spezies.

Liegen von Biota orientalis kleine, geschnittene Zweige vor, so zeigen Quer- und Längsschnitt im Vorkommen, Verlauf und in den Größenverhältnissen des Ölganges, im Verlauf des Tracheïdensaumes, ferner die Außenfläche der Blätter in der Lagerung der Spaltöffnungen zueinander und in ihrer Vereinigung zu Feldern und endlich die Bastfasern des Phloëmrandes sichere Unterscheidungsmerkmale gegenüber J. Sabina, J. virginiana, Thuja occidentalis und Cupressus sempervirens.

7. Thuja occidentalis L.

Syn.: Thuja odorata Marsh.
Cupressus Arbor vitae Targ.

Material: Pharm. Anstalt Basel; Bot. Anstalt Basel; Bot. Garten Basel; Eidg. techn. Hochschule Zürich.

Offizinell: In Portugal die Zweigspitzen.

Reichlich verzweigter Baum mit flachgedrückten, horizontal abstehenden, zweizeiligen, gegliederten Ästchen, mit dunkelgrüner, dem Licht zugekehrter Oberseite und matter, blaßgrüner Unterseite. Blattpaare des dorsiventralen Zweiges kreuzgegenständig, ein Wirtel mit symmetrischen Kantenblättern, der zweite Wirtel mit asymmetrischen Flächenblättern.

Letztere sind fest angedrückt, rhombisch oval, dachziegelig mit stumpfer Spitze, die die Basis des nächsthöheren Blattes der Geradzeile deckt. Rückenseits, fast in der Blattmitte oder der Spitze genähert, eine kleine, erhabene, ovale Öldrüse. Auf der Ventralseite ist das Blatt bis ungefähr zur Hälfte mit dem Sproß verwachsen.

Spaltöffnungen oberhalb der Verwachsungsstelle in zwei breiten, randständigen, an der Spitze vereinigten Feldern mit dreieckigem, freiem Mittelfeld; auf dem Blattrücken des dem Licht zugekehrten Flächenblattes nur ganz wenige Stomata in zwei getrennten Gruppen an der Basis, wo dieselben von den Kantenblättern überdeckt werden. Bei den unterseitigen, dem Licht abgewandten Blattschuppen auf dem Rücken zwei breite, fast randständige, unverbundene Streifen von der Basis bis fast zur Blattmitte mit zahlreichen Spaltöffnungen.

Die kielartig gewölbten Kantenblätter sind in der Rückenansicht lineal und im Seitenbild in der oberen Hälfte nach außen gebogen mit deutlicher Spitze, die das nächsthöhere Blatt nicht erreicht. Die untere Hälfte jedes Kantenblattes breit und senkrecht abfallend, bauchseits mit dem Sproß und basal mit den Blatträndern verwachsen. Ohne Öldrüse auf dem Rücken.

Stomata auf der freien Innenseite in zwei breiten, randständigen, an der Spitze vereinigten Feldern, rückenseits auf der Lichtseite basal nur selten wenige Spaltöffnungen, auf der Schattenseite zwei starke, randständige Gruppen im unteren Blattdrittel.

Verzweigung stets nur in einer Ebene. An älteren Zweigen sind die einzelnen Wirtel längergestreckt und auseinandergezogen, ohne jedoch eine freie Sproßachse erkennen zu lassen.

Kurzgestielte, kleine, ovale Fruchtzapfen mit 6—8 verholzten, kreuzgegenständigen Schuppen. Die unteren groß und oval, die oberen lang und lineal. Am Grunde derselben zwei schmal geflügelte Samen.

Mikroskopischer Befund: Querschnitt durch ein Flächenblattpaar (Fig. 24) flach elliptisch mit mehr oder weniger tiefgehenden, schmalen Kerben an den Verwachsungsstellen. Rückenlinien in der Mitte über dem Ölgang leicht nach außen gebogen.

Epidermiszellen der spaltöffnungsfreien Zone axial gestreckt mit starken, perlschnurartigen Tüpfeln und teilweise verholzten Seiten- und Innenwandungen. Reichlich Kutikularkristalle. Umgebung der Spaltöffnungen fast ohne Tüpfelung. Im Querschnitt zeigen die Epidermiszellen ein verhältnismäßig flaches Lumen.

Stomata innerhalb der bezeichneten Felder zerstreut ohne bestimmte Spaltrichtung. Typische Coniferenspaltöffnungen; im Gegensatz zu allen bisher beobachteten sehr gedrungen, d. h. im Verhältnis zur Breite kurz,

etwa 3 : 4. Über den Bau derselben vergleiche Klemm, Tafel XXXI Nr. 30. Um jedes Schließzellpaar bei hoher Einstellung ein fast kreisförmiger, glatter Kutikularwall.

Einschichtiges, englumiges Hypoderm mit feinen Tüpfelkanälen; an der Blattspitze und an den Rändern des Blattes verholzt, in der übrigen Zone nur teilweise verholzt. Über dem Ölgang nicht unterbrochen.

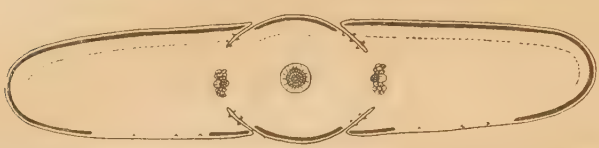

Fig. 23. Schematischer Querschnitt durch ein Kantenblattpaar von Thuja occidentalis.

In der oberen, dem Licht zugewandten Blattseite eine deutliche und eine weniger deutlich hervortretende Lage Palisaden. Im Blattinnern chlorophylloses Parenchymzellgewebe, von großen Interzellularen durchsetzt. An der dem Licht abgewandten Seite keine Palisaden, sondern nur Schwammparenchym.

Querschnitt des kurzen, ovalen Ölganges fast kreisrund mit dünnwandigen, verholzten Epithelzellen.

Das Blattleitbündel verläuft nur in der Basis in der Nähe des Stammleitbündels; weiter oberhalb liegt es an der sproßverwachsenen Bauchseite und in der Spitze im Blattinnern.

Fig. 24. Schematischer Querschnitt durch ein Flächenblattpaar von Thuja occidentalis.

Der Tracheïdensaum in beiden Blättern flügelartig am oberen Leitbündel. Seine Außenränder parallel zu den Blatträndern. Seine Unterseite mit zwei starken, kurzen Ausläufern parallel zu den Blatträndern und zwei kurzen Säumen am Leitbündel entlang bis ungefähr in die Blattmitte. Die Transfusionszellen (Fig. 4) bestehen aus tracheïdalen Zellen mit zahlreichen behöften Tüpfeln ohne Innenmembran- und Wallrandauswüchse. Diese Eigentümlichkeit bildet ein gutes Unterscheidungsmerkmal gegenüber allen anderen hier beschriebenen Coniferenblättern. Hoftüpfeldurchmesser 6 μ.

Der Querschnitt durch ein Kantenblattpaar (Fig. 23) ist schmal elliptisch. In der Mitte desselben die Basen des Flächenblattpaares als ovaler Ausschnitt, an welchen die Kantenblätter an den Seiten in der Mitte in halber Breite angewachsen sind und welche sich mit ihren freien Innenblattflächen mehr oder weniger an die basalen Flächenblätter anschmiegen.

Zum Unterschied von den Flächenblättern verläuft hier das Transfusionsgewebe als schmaler Saum rechts und links vom Leitbündel von der Spitze bis in die Basis. Ein Ölgang fehlt diesen Blättern. Nur in der oberseits gelegenen, dem Licht zugewandten Blatthälfte eine deutliche Lage Palisaden. Im zentralen Blatteil reich durchlüftetes Parenchym. Unterseits nur Schwammparenchym.

Feines Pulver (Sieb VI): Im aufgehellten und mit Phloroglucin-Salzsäure behandelten Material Epidermisfetzen mit typischen Coniferenspaltöffnungen von auffallend gedrungener Form mit regelloser Spaltrichtung. Bei hoher Einstellung um das Schließzellpaar ein fast kreisrunder Kutikularwall. Epidermiszellen um die Spaltöffnungen kaum getüpfelt. Andere Oberhautfetzen mit stark perlschnurartiger Tüpfelung, mit einzelnen Kutikularhöckern und mit Höhlungen von herausgelösten Kutikularkristallen. An solchen Epidermisstücken meist ein mehr oder weniger verholztes, einschichtiges Hypoderm. Als weiteres typisches Merkmal Bruchstücke vom Transfusionsgewebe mit seinen vielen Hoftüpfeln in den dünnwandigen, polygonalen Zellen. Keinerlei Auswüchse, weder auf der Innenmembran noch auf den Wallrändern (Fig. 4). Sonstige Bestandteile im Pulver sind: Einzelne Hypodermfasern, Parenchymzellen, Fetzen verholzten Korkes und Leitbündelfragmente.

Mitlacher schreibt über die Erkennung von Sabina, Biota und Thuja unter anderem: „Die Epidermis ist bei allen drei Spezies von gleichem Charakter, ebenso die übrigen Elemente, so daß bei total zerkleinertem Materiale (z. B. Pulver) durch die mikroskopische Untersuchung eine Differentialdiagnose mit absoluter Sicherheit nicht ausführbar ist.“ Es ist uns gelungen, auch in feinem Pulver die drei genannten Spezies sicher zu unterscheiden, wie aus nachfolgender Tabelle hervorgeht.

Tabelle

zur Bestimmung von Blattpulvern von J. Sabina, Thuja occident. und Biota orient.

	J. Sabina	Biot. orient.	Thuja occident.
Lagerung der Stomata und ihre Spaltrichtung	Fast reihenförmig, Spaltrichtung parallel.	Zerstreut, Spalten regellos zueinander	Zerstreut, Spalten regellos zueinander
Flächenbild des Schließzellpaares	Länglich oval	Länglich oval, etwa 5 : 3	Gedrungen oval, etwa 4 : 3
Wallbildung über dem Schließzellpaar	Keine	Keine	Fast kreisrunder Kutikularwall
Auswüchse der Transfusionszellen	Zapfenartige, manchmal an der Spitze verzweigte Wallrandfortsätze und andere Membranauswüchse	Wurmförmig gekrümmte Walllrandfortsätze	Keinerlei Auswüchse

8. Cupressus sempervirens L.

Nach Beißner zwei Hauptformen:

1. Cupressus fastigiata D. C.
   Syn.: Cupressus femina Caesalp.
2. Cupressus horizontalis Mill.
   Syn.: Cupressus mas Caesalp.; Cupressus expansa Targ.

Da bei diesen beiden Hauptformen Unterschiede nur in Wuchs und Art der Verzweigung, nicht aber in den Blättern bestehen, sind die Formen als solche für unsere Arbeit belanglos.

Material: Pharm. Anstalt Basel; Bot. Anstalt Basel; Bot. Garten Basel; Eidg. techn. Hochschule Zürich.

Offizinell: Die Zapfenfrucht als Fruct. Cupressi in Spanien und Portugal.

An den gerundeten, flachgedrückten, vierkantigen Zweigen nur Schuppenblätter in sehr gedrängten, paarigen, kreuzgegenständigen Wirteln. Einzelblättchen fest angedrückt, dachziegelig, von oval-rhombischer Form mit stumpfer Spitze, innenseits bis zur Mitte mit dem Sproß verwachsen. Auf dem gewölbten Rücken eine axial gerichtete, strichförmige Einsenkung über dem ovalen Ölgang.

Spaltöffnungsfelder auf dem Blattrücken in zwei getrennten Streifen rechts und links der Kiellinie von der Basis bis etwa in die Höhe der oberen Ölganggrenze. Auf der freien Innenseite zwei in der Spitze vereinigte und unten durch ein freies Mittelfeld getrennte Spaltöffnungsstreifen.

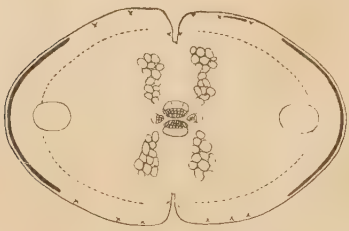

Fig. 25. Schematischer Querschnitt durch ein Kantenblattpaar von Cupressus sempervirens.

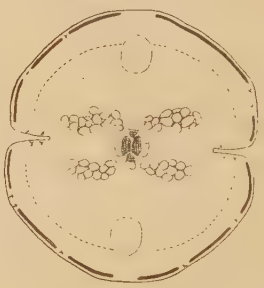

Fig. 26. Schematischer Querschnitt durch ein Flächenblattpaar von Cupressus sempervirens.

Die kugeligen bis eirunden, braunen Zapfen sind ungefähr walnußgroß und hängen an kurzen Zweigen. Sie bestehen aus 6—14 schildförmigen Schuppen, deren Außenfläche vieleckig, buckelig gewölbt und fast genabelt, in der Mitte stumpf stachelspitzig ist. Unter jeder Schuppe viele ovale oder längliche rotbraune Samen mit schmalem, fast kreisrundem Flügelsaum.

Mikroskopischer Befund: Der Querschnitt durch ein Kantenblattpaar ist lang-elliptisch, während der Flächenblattquerschnitt breitoval erscheint (Fig. 25 u. 26).

Bei jedem der beiden Schnitte jederseits je eine Kerbe und in jedem Einzelblatt ein ovaler Ölgang, der hier verhältnismäßig kleiner ist als der Sekretraum des Blattes von J. Sabina.

Die Epidermis der spaltöffnungsfreien Zone besteht aus langgestreckten, grob perlschnurartig getüpfelten Zellen, in deren dicker Kutikula auffällig große Oxalatkristalle von einem Durchmesser bis zu 4 μ eingebettet sind. Über das Vorkommen, die Form und Einlagerung dieser Kristalle bei den Cupressineenblättern ist seit Franks Beobachtungen im Jahre 1864 viel geschrieben worden; doch sucht man in der Literatur vergeblich nach einer Erklärung, wie die Kristalle in die äußere Kutikularschicht gelangen.

Solms-Laubach schneidet die Frage über Entstehung der fraglichen Gebilde an, geht aber in seinen umfangreichen Untersuchungen über Substanz, Form und Vorkommen dieser Körper auf die genannte Frage nicht näher ein. Da wir bei keiner anderen Spezies so große und schön geformte Kutikularkristalle fanden wie bei Cupressus sempervirens, benutzen wir diese Gelegenheit zu einer entwicklungsgeschichtlichen Studie über die Art und Weise der Ablagerung der Kristalle in der äußeren Kutikularschicht.

Solms-Laubach erbrachte 1871, angeregt durch Hofmeisters Forschungen über die oxalsauren Kalkeinschlüsse der Spikularfasern bei Welwitschia, den Nachweis, daß die Einlagerungen in Kutikula, Bast- und Parenchymzellmembranen vieler Coniferen aus Calciumoxalat bestehen. Klemm untersuchte die Cupressineenblätter auf die Verteilung der Kutikularkristalle hin und fand, daß nach geschützten Stellen zu, wo die Kutikula an Dicke abnimmt, die Kristalleinlagerungen immer sparsamer werden und schließlich ganz verschwinden. So fehlen sie immer auf der morphologischen Oberseite der schuppenförmigen Blätter, der auch die Streifen angehören, welche die Rinnen zwischen den herablaufenden Blättern eines Wirtels bilden.

Nach anfänglich vergeblichen Versuchen bei aufgedämpftem Herbarmaterial, bei dem wir ganz nahe dem Vegetationspunkt in den Blättern schon zahlreiche wohlgeformte Oxalatkristalle abgesondert in der äußeren Kutikularschicht in gleicher Zahl und Größe wie bei älteren Blättern vorfanden, setzten wir unsere Studien an lebenden, im Monat Juni gesammelten Zweigspitzen fort, wobei wir zu folgenden Resultaten kamen.

Bei Querschnitten durch die Blatthöcker am Vegetationspunkt sieht man über den in Teilung begriffenen Epidermiszellen außenseits ein dünnes, durchlaufendes Häutchen, das im Flächenbild noch kein Oxalat erkennen läßt. Bei etwas vorgerückterem Stadium der Blattentwicklung ist das Flächenbild gleich, doch ist das Häutchen (Fig. 27) im Querschnitt ungefähr doppelt so dick wie am Blatthöcker, während bei etwas älteren Stadien des jungen Blattes auf Querschnitten aus der Nähe des Vegetationspunktes im Protoplasma jeder Epidermiszelle direkt an der Außenwand anliegend eine Reihe kleiner, an Umfang variierender Kristalle liegen, die von der Fläche gesehen polyedrisch sind und die

später bei Beibehaltung ihrer Flächenausdehnung an Dicke zunehmen (Fig. 28, 29 und 30).

Fig. 27—31. Entwicklungsstadien der Kutikularkristalle im Blatt von Cupressus sempervirens.

Fig. 27. Querschnitt durch die jugendliche Epidermis vor der Kristallbildung.

Wir beobachteten bei zahlreichen Querschnitten dünnere und dickere, mit dem Protoplasma in Berührung stehende Täfelchen, deren verschiedene Dicke nur durch weitere Ausscheidungen von seiten des Protoplasmas zu erklären ist. Haben die Kristalle im Verlaufe der Blattentwicklung die Größe erreicht, wie man sie in den älteren Blättern antrifft, so werden an der Innenseite der äußeren Epidermiszellwände neue Membranschichten lücken- und porenlos angelagert. Somit wird die die Kristalle enthaltende Zone allmählich nach außen geschoben, so daß dieselben später in der kutinisierten Außenwandung vollständig eingeschlossen sind (Fig. 31).

Fig. 28. Querschnitt durch die jugendliche Epidermis mit wachsenden Kristallen, die vom Protoplasma ausgeschieden werden.

Fig. 29. Querschnittsbild der Epidermis mit ausgebildeten Kristallen.

Wie man bei Beobachtung von der Fläche sieht, liegen die Kristalle in einem Hohlraum, der nur um ein Geringes größer ist als die Kristalle selbst, und dessen Begrenzung bei starker Vergrößerung viel weniger scharf zu sehen ist als die Konturen des Kristalles. (In Fig. 30 ist die Begrenzung dieser Räume allerdings nur bei genauer Betrachtung sichtbar; eine stärkere Hervorhebung würde aber den tatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen.) Behandelt man das Objekt mit Salzsäure, so sind nach Auflösung der Kristalle die sehr zahlreichen Höhlungen dem Auge deutlich erkennbar. Zwei Kristalle in einer gemeinsamen Höhle können vorkommen.

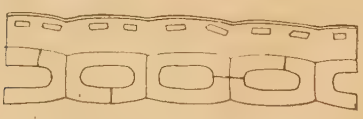

Fig. 31. Querschnitt der völlig entwickelten Epidermis.

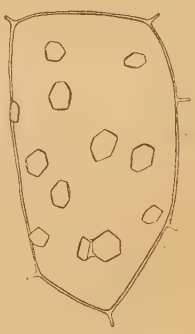

Fig. 30. Flächenbild einer Epidermiszelle mit ausgebildeten Kristallen.

Nachdem die Oxalatkristalle durch die oben angegebenen, zwischengeschobenen Schichten vom Zellumen getrennt sind, nimmt die zusammenhängende äußere Hautschicht noch um ungefähr zwei Drittel ihrer bisherigen Dicke zu unter gleichmäßig fortschreitender Veränderung (Kutinisierung) ihrer Substanz von außen nach innen. Jetzt verdicken sich auch die Epidermismembranen nach allen Seiten gleich stark. In den Seitenwänden treten korrespondierende Tüpfelkanäle auf, ebensolche auch nach oben und nach unten. Alle angegebenen Entwicklungsstadien

spielen sich in der Nähe des Vegetationspunktes ab, so daß man meistens schon in einer Entfernung von 2 mm von demselben das gleiche Querschnittsbild der Oberhaut wie bei alten Blättern erhält. Nur sind die Innen- und Seitenmembranen der Epidermiszellen im Alter regelmäßig verholzt.

Die Epidermis der Spaltöffnungsfelder besteht aus polygonalen Zellen ohne axiale Orientierung; ihre Seitenmembranen sind in der Nähe der Stomata nicht so reichlich, doch gleich stark getüpfelt wie bei den Epidermiszellen des Blattrückens.

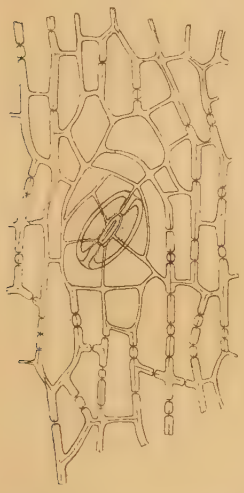

Fig. 32. Epidermisfragment aus den mittleren Partien des Blattrückens von Cupressus semperv. mit Spaltöffnung.

Stomata in den mittleren Partien des Blattrückens vereinzelt (Fig. 32) oder eine kleine Gruppe von Spaltöffnungen auf kleinen, von verholztem Hypoderm ringsum eingefaßten, axial länglichen Inseln. Eine derartige Lagerung der Spaltöffnungen beobachteten wir regelmäßig auf der besagten Rückenzone der Blätter von Cupressus sempervirens. Auf dem basalen Blattrücken und auf den Feldern der Blattinnenseite zahlreiche und zerstreut angeordnete Spaltöffnungen; Spaltrichtung stets regellos.

Das ein- bis zweischichtige Hypoderm ist in den oberen Blatträndern und an der Außenseite der Blattspitze verstärkt, im mittleren Teil des Blattrückens streifig unterbrochen und läuft nur im axialen Mittelfeld der Blattaußenseite fast bis zur Basis durch. Über dem Ölgang kann dieser Stereïdenpanzer auch unterbrochen sein. Einzelfasern verholzt, englumig, mit verstärkten Wänden, nicht unterschiedlich von denjenigen bei J. Sabina.

Auf der Blattunterseite zwei Schichten radial gerichteter Palisaden von auffallend langer, schlauchförmiger Gestalt. Das übrige Mesophyll aus lockerem, chlorophyllarmem, reich mit großen Interzellularen durchsetztem Schwammparenchym. Der Ölgang von ovalem oder fast kreisrundem Querschnitt ist im Längsschnitt lang elliptisch mit spitz zulaufenden Enden. Seine Lage im Längsschnitt kann sein: 1. fast ausschließlich in der unteren Blatthälfte im Parenchym eingebettet in großem Abstand von der Blattaußenseite; 2. im mittleren Blatteil, wobei das obere Ende des Ölganges ebenso weit von der Blattspitze entfernt ist wie das untere Ende von der Insertionsstelle der Schuppe. In der oberen Blatthälfte grenzt dann der Ölgang an die Epidermis, während er in der unteren Hälfte von derselben entfernt im Parenchym eingebettet liegt. Der Sekretraum ist umgeben von einer schwach verdickten Parenchymscheide. Das Blattleitbündel verläuft etwa zu $^2/_3$ im Blatt selbst, während sein unteres Drittel mit dem Stammleitbündel vereinigt ist. Das Sproßbündel hat im Phloëm durchlaufende Radial- und Tangentialreihen verholzter Bastfasern. Um das Stammbündel stets eine

mächtige, jeweils im Einzelblatt ans basale Transfusionsgewebe grenzende Parenchymscheide aus kollenchymatisch verdickten Zellen.

Das Transfusionsgewebe als schmaler Saum rechts und links vom Blattleitbündel bis ungefähr zur Blattmitte, dann biegt es von demselben ab und verläuft beim radialen Längsschnitt in einiger Entfernung und parallel zum Stammbündel als breites Band bis in die Basis. Im tangentialen Flächenschnitt zieht sich das Transfusionsgewebe als beidseitiges breites Band vom Blattleitbündel bogenförmig durch den unteren Blattteil, in dem sich die beiden Streifen breit flächenförmig vereinigen, wie es auch schon von Klemm beobachtet wurde. Die Transfusionszellen in der Nähe des Leitbündels sind langgestreckte, schmale Tracheïden, während die Elemente der basalen Partien aus großen polygonalen Zellen bestehen. Bei letzteren sowohl auf den Radial- als auch auf den Tangentialwänden meist je zwei Reihen Hoftüpfel nebeneinander.

Auf den Wallrändern kürzere oder längere, meist 2—15 μ lange, gerade, unverzweigte Auswüchse ins Zellumen. Wallranddurchmesser 9 μ. Die Transfusionszellen von Cupressus sempervirens sind gleich denjenigen von J. phoenicea.

Unter unserem Herbarmaterial befanden sich Zweige von Cupress. semp., die Prof. Rikli anläßlich einer Studienreise im Jahre 1914 auf Kreta gesammelt hat. Nach persönlicher Mitteilung kommen in Europa auf Kreta die größten wildwachsenden Bestände von Cupressus semp. vor. Abweichend von dem gewohnten anatomischen Bild der Blätter von Exemplaren anderer Herkunft fanden wir im Parenchym zerstreut reichlich Steinzellen mit mehr oder weniger dicker, geschichteter Wandung, mit großem Lumen und mit Tüpfelkanälen gerade wie im Blatte von J. phoenicea und J. thurifera. Das Querschnittsbild der kretischen Cupressus semperv. gleicht so sehr demjenigen von einem Blattpaare von J. phoenicea, daß wir erst an eine Verwechslung glaubten; doch die vorhandenen Fruchtzapfen schließen jeden Irrtum über die Identität der Pflanze aus. Weiteres reichliches Material, gleichfalls von Prof. Rikli auf Kreta im Jahre 1921 gesammelt, zeigte dieselben großen Steinzellen im Blattparenchym. Aus dieser Erscheinung läßt sich vielleicht der Schluß ziehen, daß bei Kulturformen die Steinzellen allmählich durch Rückbildung verloren gehen. Bei unserem Material von kultivierten Exemplaren wurden niemals Steinzellen gefunden.

Feines Pulver (Sieb VI). Von kultiviertem Cupressus semperv. (aufgehellt und mit Phloroglucin-Salzsäure behandelt). Epidermisstücke mit regellos angeordneten, typischen Coniferenspaltöffnungen mit verschiedener Spaltrichtung der einzelnen Stomata. Meist im Pulver einzelne oder eine Gruppe von wenigen Spaltöffnungen, deren umgebende Epidermiszellen von dem darunter liegenden verholzten Hypoderm ringsum eingefaßt sind, so daß die Stomata (Fig. 32) im Flächenbild inselartig von der verholzten Stereïdenschicht umrahmt erscheinen. Oberhautfetzen der spaltöffnungsfreien Zone mit grob perlschnurartig getüpfelten Epidermiszellen, in deren äußerer Kutikularschicht bis 4 μ große Höhlungen von herausgelösten Oxalatkristallen liegen.

Zahlreiche verholzte Hypodermfaserverbände, meist in Verbindung mit der Epidermis. Lange, schlauchförmige Palisadenzellen.

Große Transfusionszellen mit vielen behöften Tüpfeln und auf deren Wallrändern meist zwei gerade, kurzere oder längere Wallrandauswüchse. Blatt- und Stammleitbündelfragmente, letztere mit stets verholzten Bastfasern. Vereinzelt Korkfetzen. Bei der kultivierten Form wurden niemals Steinzellen gefunden.

9. Taxus baccata L.

Syn.: Taxus nucifera Wall.
„ virgata „
„ nepalensis Jacqem.

Material: Pharm. Anstalt Basel; Bot. Anstalt Basel; Bot. Garten Basel; Eidg. techn. Hochschule Zürich.

Über die Blattstellung bei Taxus machte Schröter eingehende Studien. Als Resultat seiner Beobachtungen fand er: „Die Richtung der Nadeln ist verschieden an den orthotropen und plagiotropen Sprossen; an den aufrechten Trieben sind die Nadeln symmetrisch gebaut, nach allen Seiten abstehend, horizontal oder etwas aufgerichtet. An den horizontalen oder schiefen Seitensprossen sind sie durch Drehung ihres Stieles mehr oder weniger ‚gescheitelt', das heißt in einer horizontalen Ebene geordnet; zugleich zeigen sie am Grunde fast stets eine Asymmetrie, die in einer sichelförmigen Krümmung innerhalb der Spreitenebene zum Ausdruck kommt. Alle Nadeln kehren ihre Oberseite nach oben, die Unterseite nach unten, so daß ein dorsiventraler Bau des Sprosses resultiert." Weiterhin gibt Schröter eine Reihe von Übergängen in der Nadelstellung an, die sich aus der Richtung der Zweige ergeben.

Das Taxusblatt ist schmal lineal, kurzgestielt und trägt an der flachen Spitze einen kurzen Stachel. Der Stiel ist seiner Anheftung entsprechend meist etwas gedreht und der untere Blatteil in der Längsachse oft sichelförmig gekrümmt. Die Blattränder des getrockneten Blattes sind etwas zur Unterseite eingebogen, Blattoberseite glänzend dunkelgrün mit hervorstehendem Längsnerv, die Blattunterseite matt hellergrün, gleichfalls mit deutlichem Nerv.

Daguillon kommt beim Vergleich von Blättern der Baumspitze mit denen der Seitenzweige zu dem Ergebnis, daß die Spitzenblätter länger und dicker sind als die übrigen, ausgedrückt durch die Formel: $\frac{E}{L} = 0{,}27$ und anderseits $\frac{E}{L} = 0{,}20$. Als Abweichungen im anatomischen Bau führt dieser Autor bei beiden Blattypen an: Die deutlich zweischichtige Palisadenlage in den Spitzenblättern, die stärkere und vermehrte Entwicklung des Tracheidensaumes und den Holzteil mit reichlicheren Gefäßen als in den Blättern der Seitenzweige.

Spaltöffnungen nur auf der Blattunterseite in zwei, durch ein freies Mittelfeld getrennten Längsstreifen, die von der Basis bis fast in die Spitze reichen.

Die Frucht ist eine hängende, einzeln stehende Scheinbeere von 1—2 cm Länge. Ein scharlachroter Samenmantel umhüllt einen einzigen, glänzend braunen, allseits freistehenden, nur am Grunde angewachsenen Samen von länglich ovaler Form, dessen dreikantig rundliche Spitze in der obern kreisrunden Öffnung des Samenmantels sichtbar ist. Am Grunde des mit klebrigem Saft gefüllten Arillus ein kurzes Stielchen, das im untern Teil mit kreuzweise gegenständigen, kleinen Schuppenblättchen besetzt ist, während die beiden letzten oberen Blattquirle groß, breit schuppenförmig und trockenhäutig sind und sich an den Samenmantel anlegen. Über die Anatomie der Frucht vgl. Mitlacher S. 10.

Mikroskopischer Befund: Querschnitt durch das Blatt dreieckig mit abgerundeten Ecken, an der Spitze stumpfwinklig breitwulstig (Mittelrippe).

Epidermis der Oberseite im Flächenbild: Schwach verdickte, polyedrische, mehr oder weniger gestreckte, vielfach deutlich in Längsreihen angeordnete Zellen mit feiner Tüpfelung in den Seitenwandungen. Zellen im Querschnitt großlumig mit dicker Kutikularauflagerung, die in Form kurzer Zapfen in die Epidermisseitenwände hineinragt. Keinerlei Kutikularkristalle. Tüpfel treten bei Taxus bei weitem nicht so deutlich wie bei der Epidermis der andern beschriebenen Koniferen hervor.

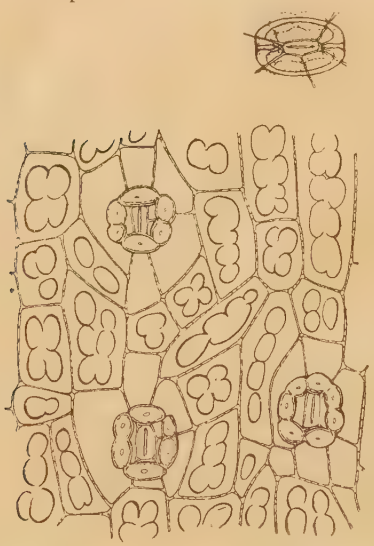

Fig. 33. Flächenansicht der Epidermis von Taxus baccata mit Spaltöffnungen bei hoher Einstellung. Oben rechts eine Spaltöffnung bei mittlerer Einstellung.

Auffällig ist die Epidermis innerhalb der Spaltöffnungsfelder der Blattunterseite ausgebildet. Auf jeder der unregelmäßig begrenzten, meist axial gestreckten, fein getüpfelten Zellen erheben sich ein bis zwei Reihen mehr oder weniger zusammenhängender Kutikularvorwölbungen (Fig. 33). Im Querschnitt ist die Außenwand der Epidermiszellen jeweils leicht bogenförmig vorgewölbt und darüber befindet sich die dicke, mit halbkugeligen Höckern versehene Kutikula. Tubeuf will in diesen Auflagerungen Anklänge an Haarbildungen sehen. Er sagt darüber: „Nur findet man bei Taxus schon die Zellen und besonders die Zellwand bei den Epidermiszellen in der Umgebung der Spaltöffnungen etwas zapfenartig emporgezogen. Diese Bildung hat sich bei Torreya zu wirklichen großen Haarbildungen entwickelt.“ Die Oberhautzellen des Mittelfeldes haben eine glatte Kutikula; auf den Begrenzungsflächen der beiden Spaltöffnungsfelder zum Blattrand hin verlieren sich die Kutikular-

protuberanzen ziemlich plötzlich, so daß die Randpartien der Blattunterseite genau der Epidermis der Blattoberseite gleichen.

Stomata innerhalb der bezeichneten Felder in je 6—9 deutlich ausgeprägten Längsreihen mit axial gerichtetem Spalt. In der äußeren Atemhöhle kein körniger Wachspfropfen wie bei den meisten anderen Coniferen. Typische Coniferenspaltöffnungen, eingesenkt unter das Epidermisniveau. Größe schwankend, im Mittel 56/32 μ.

Um den Spalt, der bei mittlerer Einstellung als schmale Längslinie in einem mehr oder weniger rechteckigen Felde erscheint, verschmelzen die Protuberanzen der die Spaltöffnung umgebenden Epidermiszellen zu einem zusammenhängenden Walle, der in den meisten Fällen sechs Hügel zeigt. Dabei treten auf jeder der beteiligten Epidermiszellen außer der Erhebung des geschlossenen Walles keine weiteren Höcker auf, so daß der Ring als solcher sich deutlich abhebt. Im Querschnitt sieht man die lange, trichterförmige äußere Atemhöhle rechts und links flankiert von zwei Höckern des Walles.

Hypoderm fehlt bei Taxus vollständig. Als Coniferen ohne Stereïdenschicht führt Mohl als die „einzigen in der Literatur bekannten" an: Pinus canadensis, Taxus baccata und Cephalotaxus Fortun. Thomas ergänzt diese Aufzählung um: Tsuga canadensis, Abies amabilis, Taxodium distichum und Glyptostrobus heterophyllus.

An der Oberseite, etwa ein Drittel des Blattquerschnittes einnehmend, zwei mehr oder weniger deutlich ausgebildete Lagen Palisaden, deren Richtung je nach der Blatt- und Zweigstellung (siehe oben) senkrecht oder etwas schief zur Oberfläche sein kann und die sich in radialer Anordnung zum Leitbündel um die Krümmung des Blattrandes bis zur Unterseite hinziehen können.

Das übrige Mesophyll aus locker angeordneten Schwammparenchymzellen mit reichlichen, deutlich ausgebildeten Porenplatten (gut sichtbar mit Chlorzinkjodlösung).

Einen Ölgang besitzt das Taxusblatt nicht.

Zentral im Blatt ein kollaterales Leitbündel von einer wenig scharf ausgebildeten Scheide umgeben. Das Xylem blattoberseits aus Tracheïden mit mäßig verdickten Wänden und mit zarten Ring- oder regelmäßigen Spiralfasern ausgekleidet. Blattunterseits das Phloëm ohne besondere Merkmale.

Das Transfusionsgewebe saumartig rechts und links vom Leitbündel; im Querschnitt jederseits vom halben Durchmesser des ganzen Bündels. Auch hier dieselben Übergänge von echten, innen gelegenen Tracheïden zu kurzen außen gelegenen tracheïdalen Zellen wie bei Sabina. Letztere dünnwandig mit netzleistenförmiger Innenwandverdickung und mit reichlichen einfachen Tüpfeln. Keine Hoftüpfel, keine zapfenartigen Auswüchse ins Zellumen.

In Begleitung des Siebteiles im Blatt, das mit Kalilauge mazeriert wurde, einige gegliederte, unverzweigte, 12 μ weite Schläuche, an deren oberem Ende ein eiförmiges, 16—20 μ langes Köpfchen mit weniger dichtem Inhalt als im braunen Schlauch. Die 100—300 μ langen

Einzelzellen des Schlauches sind durch wagerechte oder schräge Querwände miteinander verbunden. Wir beobachteten diese Gebilde, die große Ähnlichkeit mit Pilzhyphen haben, nur im Kalilaugemazerat. Ihr brauner körniger Inhalt könnte wohl Mitlachers Annahme, daß es sich hier um Harzschläuche handelt, rechtfertigen, doch können diese Schläuche, die wir stets, und zwar auch schon in ganz jungen Blättern antrafen, auch eine andere Funktion haben. Auf nähere Untersuchungen gingen wir nicht ein, weil es nicht im Rahmen unserer Arbeit lag.

Blattstiel im Querschnitt kreisrund oder undeutlich dreieckig mit stark gerundeten Kanten. Epidermiszellen in radialer Richtung gestreckt, U-förmig nach außen verdickt, mit starken Außen- und Seitenwandungen. Zwischen der Epidermis und dem kollateralen zentralen Gefäßbündel ein Gewebe aus chlorophyllosen, stark verdickten, englumigen Parenchymzellen, die von außen nach innen an Größe zunehmen.

Der Blattstiel geht am Stamm in ein langes, lineales Nadelkissen über, auf welchem rechts und links vom freien axialen Mittelfelde je ein Streifen mit 2—3 Reihen Spaltöffnungen liegt. Spalt in der Richtung der Sproßachse. Die Epidermiszellen um die Stomata bilden keinen Kutikularwall entgegen denen des Blattes; auch die übrigen Zellen in der Umgebung der Spaltöffnungen entbehren der für das Blatt so charakteristischen höckerförmigen Kutikularauflagerungen. Die Epidermis besteht im übrigen aus langen, axial gestreckten Zellen mit Eckverdickungen.

Der Querschnitt durch den jungen beblätterten Sproßteil ist fast kreisrund und besitzt unregelmäßige Buchten und Rippen, die von den oben beschriebenen Nadelkissen herrühren. Epidermiszellen in ihren Außen- und Seitenwänden verdickt. Unter denselben in den Kanten und Rippen chlorophyllführendes Schwammparenchym. Dort, wo im Querschnitt der obere Teil eines Blattpolsters getroffen ist, sieht man noch den Blattspurstrang.

Feines Pulver (Sieb VI): Im aufgehellten und mit Phloroglucinsalzsäure behandelten Pulver Epidermisfetzen mit typischen reihenförmigen Coniferenspaltöffnungen mit paralleler Spaltrichtung. Über jedem Schließzellpaar ein 5—6 höckeriger, zusammenhängender Kutikularwall. Auf Oberhautfragmenten aus der nächsten Umgebung der Spaltöffnungen halbkugelige, dickwarzige, mehr oder weniger zusammenhängende Kutikularhöcker. Andere Epidermiszellen mit glatter Außenwand und feiner Tüpfelung. Keine Kutikularkristalle. Keine Hypodermfasern. Fragmente des Blatt- und Stammleitbündels, ersteres oft noch in Verbindung mit Transfusionszellen mit netzleistenförmiger Wandverdickung und einfachen Tüpfeln. Auch bei größeren tracheïdalen Zellkomplexen des Tracheïdensaumes weder Hoftüpfel noch sonstige zapfenartige Auswüchse ins Zellumen hinein. Stomata, deren Nebenzellen keinen Kutikularwall zeigen, stammen von den Nadelkissen.

Reichlich Parenchymfetzen, selten Kork, im Pulver sonst keine weiteren mechanischen Elemente.

Handelsdrogen.

Um zu erkunden, was heute unter dem Namen Summitates Sabinae als Handelsdroge im Verkehr ist, wandten wir uns an einige Firmen des In- und Auslandes zwecks Beschaffung von Handelsmustern. Wir erhielten 38 solcher Proben von geschnittener und gepulverter Sabina.

Resultat unserer Untersuchungen:

Land	Geschnittene Droge	Gepulverte Droge
Deutschland	5 Muster, sämtlich J. Sabina, hauptsächlich Blattyp 1 u. 2.	4 Muster, sämtlich J. Sabina.
England	3 Muster, nur Zweigspitzen von J. phoenicea, beigemengt die Früchte derselben.	
Frankreich	5 Muster, nur Zweigspitzen von J. phoenicea ohne Früchte.	3 Muster, sämtlich von J. phoenicea.
Schweiz	5 Muster, sämtlich J. Sabina, fast ausschließlich Blattyp 1 u. 2.	4 Muster, sämtlich J. Sabina.
Spanien	4 Muster, nur Zweigspitzen von J. phoenicea mit vereinzelten Früchten.	3 Muster, sämtlich von J. phoenicea.

Alle Muster von echter Sabina bestanden hauptsächlich aus Zweigspitzen mit Schuppenblättern Typ 1 u. 2. Daneben fanden wir in der Handelsdroge fast immer in geringen Mengen die drei anderen vorn skizzierten Blattypen (Schuppennadeln Typ 3, Langtriebblätter Typ 4 und Nadeln Typ 5) und Früchte.

Über die Herkunft der Droge aus Kulturen oder wildwachsenden Beständen macht von den verschiedenen Arzneibüchern nur das italienische die Bemerkung, daß die Zweigspitzen sowohl von wildwachsenden als auch von kultivierten Pflanzen stammen können. Alle übrigen Pharmakopöen beschreiben die Droge, ohne sich auszulassen, ob nur von wildwachsenden oder nur von kultivierten Pflanzen gesammelt werden soll, oder ob die Droge von beiderlei Herkunft gebräuchlich ist.

Das italienische Arzneibuch enthält ferner als einziges die Vorschrift, daß die Droge jedes Jahr erneuert werden muß. Handelsmuster aus Italien konnten wir nicht erhalten. Über die Sammelzeit (Frühling) für die Zweigspitzen von J. Sabina spricht nur die niederländische Pharmakopoe.

Nach den vorliegenden Mustern aus England, Frankreich und Spanien hat es den Anschein, daß in diesen Ländern nur wenig echte Sabinadroge im Handel ist. Alle Proben von dortigen Apotheken und Drogenhäusern bestanden einzig und allein aus den Zweigspitzen mit zwei- und dreigliedrigen Schuppenblättern von J. phoenicea, teilweise mit ihren charakteristischen roten Beerenzapfen. Freemann schrieb 1906 über die englische Droge: „In England wird die typische Sabina und ihre Varietät J. Sabina var. tamariscifolia hauptsächlich für medizinale Zwecke angebaut." Die uns übersandten englischen Handelsmuster enthielten im Widerspruch hierzu überhaupt keine Summitates Sabinae.

Erstaunlich ist es, daß in Frankreich die Verwechslung und Verfälschung von Sabina nicht vom Markt verschwinden will, trotzdem französische Autoren schon zu wiederholten Malen — erstlich Collin im Jahre 1901 — auf diesen Übelstand hingewiesen haben, und trotzdem das französische Arzneibuch (1920) im Text ausdrücklich und eingehend die Verfälschung (J. phoenicea) beschreibt. Abweichend von unseren Feststellungen über die heutige französische Handelsdroge machten Perrot und Mongin im Jahre 1902 Beobachtungen, deren Ergebnisse sie in folgenden vier Leitsätzen niederlegten und veröffentlichten:

1. „La Sabine du commerce est fournie par un mélange en proportions inégales de J. sabina, phoenicea et thurifera var. gallica, espèces qui sont toutes trois répandues dans le Dauphiné et la Provence.
2. Le J. phoenicea qui constitue la majeure partie de la drogue connue sous le nom de Sabine est inactif, car on sait qu'il ne renferme aucune substance comparable à l'essence de J. Sabina, son essence est identique à celle de J. communis. L'addition de cette plante à la Sabine est donc une véritable falsification, qui se produit depuis 25 à 30 annés au moins, M. Collin ayant eu l'occasion de la constater déjà en 1874. Ce fait seul suffirait à expliquer la désuétude dans laquelle est tombé ce médicament jadis si fréquemment usité, prinicipalement en médecine vétérinaire.
3. Le mélange de J. thurifera var. gallica est une simple substitution sans inconvénient grave, puisqu'il y a lieu de croire à l'activité réelle de cette plante.
4. Il importe donc de bien connaître les moyens de s'assurer de la pureté de la drogue, en examinant avec soin les feuilles et les fruits qu'on y trouve souvent mélangés."

1. „Sabina des Handels besteht aus einem Gemenge ungleicher Teile von J. Sabina, phoenicea und thurifera var. gallica; alle diese Species sind im Dauphiné und in der Provence verbreitet.
2. J. phoenicea, die die Hauptmenge der unter dem Namen Sabina gehenden Droge bildet, ist unwirksam; denn man weiß, daß sie keine Substanz (d. h. Öl) enthält, das mit derjenigen von Sabina vergleichbar wäre, sondern daß ihr Öl mit demjenigen von J. communis identisch ist. Die Beimengung dieser Pflanze zu Sabina ist somit eine ausgesprochene Fälschung, die schon seit 25 bis 30 Jahren praktiziert wird; hat sie doch Collin schon 1874 festgestellt. Diese Tatsache erklärt zur Genüge, weshalb diese früher besonders in der Tierheilkunde so vielgebrauchte Droge außer Gebrauch gekommen ist.
3. Die Beimischung von J. thurifera var. gallica zu Sabina ist ein gewöhnlicher Ersatz, gegen den nichts einzuwenden ist, da man allen Grund zu der Annahme hat, daß J. thurifera var. gallica die wirksame Substanz tatsächlich auch enthält.
4. Es ist deshalb wichtig, die Merkmale genau zu kennen, mit denen man sich von der Reinheit der Droge überzeugen kann; hierzu ist eine sorgfältige Untersuchung der Blätter und Früchte erforderlich, die in der Droge oft durcheinander gemischt sind."

Welche Verwirrung weiterhin durch das aus gefälschter französischer Sabinadroge hergestellte „Sabinaöl" angerichtet wird, zeigen die Untersuchungen folgender Autoren. Während Gildemeister und Hoffmann das von Südfrankreich stammende Sabinaöl, das nach ihren Feststellungen erheblich von dem deutschen und englischen Produkt abweicht, als mit Terpentinöl verfälscht ansahen, wiesen John Unmey und Bennet nach, daß eine derartige Verfälschung nicht vorlag und daß das französische Sabinaöl tatsächlich nicht von J. Sabina, sondern von der in Frankreich der echten Droge oftmals substituierten J. phoenicea abstammt.

Die spanischen Handelsmuster bestanden nur aus Zweigspitzen von J. phoenicea. Perrot und Mongin haben die Vermutung ausgesprochen, daß die in Spanien heimische J. thurifera an Stelle von J. Sabina gesammelt wird und somit eine verfälschte Sabina in den Handel kommt. Handelsmuster aus Spanien lagen diesen Autoren nicht vor. Unsere Proben von spanischen Drogenhäusern enthielten keine Zweigspitzen von J. thurifera.

Die aus dem Handel bezogenen Pulver deckten sich in ihrer Identität mit den oben angeführten geschnittenen Drogen der betreffenden Länder. Bei einer Stichprobe auf den Aschengehalt fanden wir bei einem aus einer Apotheke bezogenen feinsten Pulver von J. Sabina, das wiederum von einem Drogenhaus geliefert war, 14,63% Aschengehalt, eine ganz erhebliche Abweichung vom normalen Gehalt, der nach den Anforderungen des Schweizer Arzneibuches 7% und nach eigenen Feststellungen etwa 5—6,3% beträgt. Der Glührückstand enthielt viel feinen Sand. Die Verunreinigung läßt darauf schließen, daß bei der Herstellung von Drogenpulvern immer noch der üble Brauch herrscht, feinere Pulver durch Absieben von den groben Partikeln zu gewinnen, anstatt die vorschriftsmäßige Ganzdroge restlos auf den gewünschten Feinheitsgrad zu verarbeiten.

Bestimmungsschlüssel I.

Bestimmungstabelle für gebräuchliche Coniferenblattdrogen (Cupressineen und Taxus) in Speziesform und als grobe Pulver.

Vorbemerkung. Wie aus vorliegender Arbeit ersichtlich, kommen bei den hier angeführten Coniferen entweder nur Nadelblätter oder nur Schuppenblätter oder beide Blattarten zugleich auf derselben Pflanze vor. Besteht der Hauptteil einer Droge aus Schuppenblättern oder Bruchstücken derselben neben wenig Nadelblättern, so findet man eine solche Droge in Abschnitt II dieser Tabelle. Der Vollständigkeit halber sind im Abschnitt III alle jene Drogen noch einmal aufgeführt, die zwar überwiegend schuppenblättrig sind, daneben aber noch Nadelblätter enthalten können.

Weil in grob gepulvertem Material sowohl die Bruchstücke von Nadeln als auch die Schuppen infolge ihrer geringen Größe mikroskopisch gut als solche kenntlich sind, bildet nachstehende Tabelle gleichzeitig neben der Bestimmung der Ganzdroge auch einen Bestimmungsschlüssel für grobes Pulver.

Allgemeine Merkmale. Spaltöffnungen mit verholzten Verdickungslamellen und fühlerförmigen Polenden an den verholzten Mittelwänden, die zwischen den Berührungsflächen der beiden Schließzellen liegen (Coniferenspaltöffnungstyp). In der Umgebung des Blattleitbündels verholztes Transfusionsgewebe. Keine Sekundärnerven. Haare fehlen.

I. Ausschließlich Nadelblätter oder deren Bruchstücke. Spaltöffnungsfelder nur blattoberseits. Stomata in regelmäßigen Längsreihen mit axialer Spaltrichtung.

A. Mit Ölgang in jedem Blatt.

Kutikularkristalle. Verholztes Hypoderm.

1. Ölgang im Querschnitt weit, ans Hypoderm anstoßend. Spaltöffnungsfeld mit freiem Mittelfeld oder ohne ein solches. Tracheïdensaum spärlich entwickelt. Transfusionszellen mit Netzleistenverdickung, ohne sonstige zapfenförmige Auswüchse ins Zellumen.

Schwarzbraune, blaubereifte Beerenzapfen.

J. communis.

2. Ölgang im Querschnitt eng, von einer dreifachen, an die Epidermis grenzenden Scheide aus weitlumigen Parenchymzellen umgeben. Spaltöffnungsfeld stets durch einen freien, fast bis zur Blattspitze reichenden Mittelstreifen getrennt. Tracheïdensaum mächtig entwickelt. Transfusionszellen mit Netzleisten und mit kurzen Wallrandfortsätzen.

Glänzend rotbraune Beerenzapfen, meist aus drei Fruchtblättern verwachsen.

J. oxycedrus.

B. Nadel ohne Ölgang.
Kein Hypoderm. Keine Kutikularkristalle.
Über jedem Schließzellpaar ein fünf- bis sechshöckeriger Kutikularwall. Kutikularhöcker auf den Epidermiszellen der Spaltöffnungszone der Blattspreite. Auf den Blattpolstern weder Kutikularwälle über den Schließzellen, noch Protuberanzen auf den Epidermiszellen. Transfusionszellen mit Netzleisten und nur mit einfachen Tüpfeln.
Scheinbeere mit eiförmigem, braunem Samen, frisch mit rotem Arillus. Taxus baccata.

II. Schuppenblätter oder deren Bruchstücke.
Spaltöffnungsfelder auf der Ober- und Unterseite des Blattes, Stomata in Reihen oder zerstreut. Jedes Blatt mit einem Ölgang (eine Ausnahme bilden nur die Kantenblätter von Thuja occident.). Verholztes Hypoderm. Kutikularkristalle durchschnittlich von 2 μ Durchmesser.

A. Mit Steinzellen im Mesophyll.

1. Bau der beblätterten Zweige radiär.

* Kreuzgegenständige Blattpaare. Querschnitt durch ein Blattpaar elliptisch mit zwei Kerben. Spaltöffnungen mit regelmäßig axial gerichteten Spalten. Kein Kutikularwall über dem Schließzellpaar.
Kleine, schwarzbraune, blaubereifte Beerenzapfen von 8—10 mm Durchmesser.
J. thurifera.

** Kreuzgegenständige Blattpaare und alternierende Dreierquirle. Querschnitt durch ein Blattpaar elliptisch mit zwei Kerben; Querschnitt durch einen Dreierquirl gleichseitig dreieckig mit drei Kerben. Stomata mit axial gerichteten Spalten; vereinzelt Spaltöffnungen, deren Längsachse um 90° von der Richtung der Blattachse abweicht. Über jedem Schließzellpaar ein glatter Kutikularwall.
Glänzend rotgelbe Beerenzapfen aus sechs bis acht Schuppen verwachsen.
J. phoenicea.

Nadelblätter von J. phoenicea wurden bisher in der Droge nie beobachtet (siehe S. 26).

2. Bau der Kurztriebe bilateral.
Zweige gerundet, flachgedrückt mit kreuzgegenständigen Blattpaaren. Querschnitt durch ein Flächenblattpaar breit elliptisch, durch ein Kantenblattpaar lang elliptisch. Jeder Querschnitt mit zwei Kerben. Spaltöffnungen zerstreut ohne bestimmte Spaltrichtung. Auffallend große Kutikularkristalle, meist von 4 μ Durchmesser. Verhältnismäßig lange Palisaden.

Eirunder, brauner Zapfen mit 6—14 schildförmigen Schuppen.

Cupressus sempervirens (Kreta).

B. Ohne Steinzellen im Mesophyll.

Kreuzgegenständige Blattpaare.

1. Bau der beblätterten Zweige radiär. Spaltöffnungen mit regelmäßig axialer Spaltrichtung. Querschnitt durch ein Blattpaar elliptisch mit zwei Kerben.

* Spaltöffnungsfelder auf dem Blattrücken in zwei getrennten Längsfeldern von der Basis bis zur oberen Ölganggrenze (siehe auch in Abschnitt III).

Braunschwarze, bläulichweiß bereifte Beerenzapfen von 5—8 mm.

J. Sabina.

** Spaltöffnungsfelder auf dem Blattrücken in einem Querband von der Basis bis etwa zur unteren Ölganggrenze. Die Mitte des Querbandes spärlich mit Stomata besetzt oder auch ohne solche. Oft Schuppen- und Nadelblätter am gleichen Zweig. Nadelblätter mit Wechsel von Zweier- und Dreierquirlen am gleichen Sproß (siehe auch in Abschn. III).

Braunviolette, blaubereifte Beerenzapfen bis zu 5 mm Durchmesser.

J. virginiana.

2. Bau der Kurztriebe bilateral. Zweige rundlich flachgedrückt. Stets zwei verschiedene Querschnittsbilder. Jedes Einzelblättchen von symmetrischem Bau mit je einem ovalen Ölgang. Spaltöffnungen zerstreut, Spaltrichtung regellos.

* Gleich sub II A 2, jedoch ohne Steinzellen.

Cupressus sempervirens (Kulturform).

** Querschnitt durch ein Flächenblattpaar breit elliptisch mit zwei Kerben; Querschnitt durch ein Kantenblattpaar lang elliptisch mit vier Kerben. Am Phloëmrande des Blattleitbündels eine Gruppe unverholzter Bastfasern. Transfusionszellen mit wurmförmigen Wallrandfortsätzen. Über den Schließzellen kein Kutikularwall.

Fruchtzapfen mit 6—8 Schuppen.

Biota orientalis.

3. Bau der Kurztriebe dorsiventral. Zweige flachgedrückt. Stets zwei verschiedene Querschnittsbilder. Querschnitt durch ein asymmetrisches Flächenblattpaar flach elliptisch mit zwei Kerben und je einem Ölgang im Einzelblatt. Die dem Licht zugewandte Blattfläche mit Palisaden. Das gegenüberliegende Blatt ohne Palisaden.

Querschnitt durch ein symmetrisches Kantenblattpaar elliptisch, etwa $1^1/_2$ mal so lang wie der Flächenblattquerschnitt, mit vier Kerben, ohne Ölgang im Einzelblatt. Wie beim Flächenblattquerschnitt nur an der Lichtseite Palisaden. Spaltöffnungen zerstreut, Spaltrichtung regellos. Über jedem Schließzellpaar ein fast kreisrunder Kutikularwall. Transfusionszellen ohne Auswüchse.

Kleine ovale Fruchtzapfen mit 6—8 Schuppen.
Thuja occidentalis.

III. Nadel- und Schuppenblätter von derselben Pflanze. Bei den Nadeln Spaltöffnungsfelder ober- und unterseits. Stomata in Längsreihen mit axialer Spaltrichtung. Verholztes Hypoderm, Kutikularkristalle.

A. Mit Ölgang.

* Zwei- und dreiquirlige Nadelschuppen.
J. Sabina Typ 3 (siehe S. 14).

** Kreuzgegenständige Nadelpaare.
J. Sabina Typ 5 (siehe S. 14).

Die Droge des Handels besteht vorwiegend aus Schuppenblättern Typ 1 und 2 (siehe Abschn. II B 1 *). Blattyp 3 und 5 konnte von uns stets in der Handelsdroge in geringer Menge nachgewiesen werden.

B. Ohne Ölgang.

Zwei- und dreigliedrige Nadeln, oft am gleichen Sproß wechselnd.
J. virginiana.

In der Droge wechselnde Mengen von Schuppen- und Nadelblättern. Schuppenblätter siehe Abschnitt II B 1 **.

Bestimmungsschlüssel II.

Tabelle zur Bestimmung von Coniferen-Blattpulvern (Cupressineen und Taxus).

Handelt es sich um grobe Pulver, so erweist sich Bestimmungsschlüssel I als praktischer, während für feine Pulver nachfolgender Schlüssel zu verwenden ist.

Gepulverte Nadeln von J. communis und J. oxycedrus kommen, wie auch Lazarski bemerkt, in der Praxis kaum zur Verwendung.

Allgemeine Merkmale. Die Spaltöffnungen nachstehend aufgenommener Drogenpulver mit verholzten Verdickungslamellen und fühlerförmigen Polenden an den verholzten Mittelwänden. Verholzte Trans-

fusionszellen. Als Kriterium zur Unterscheidung der einzelnen Spezies ist auf die größten der Transfusionszellen abgestellt. Diese enthalten entweder nur Wallrandauswüchse und keine Innenmembranauswüchse, oder Wallrandauswüchse und daneben weitere Auswüchse der Innenmembranen, oder keine Wallrandauswüchse, hingegen Verdickungsleisten der Innenmembran, oder weder Wallrandauswüchse noch Verdickungsleisten, sondern nur glatte Zellmembranen mit regulären Hoftüpfeln. Epidermiszellen der spaltöffnungsfreien Zone geradwandig und grob getüpfelt, ausgenommen Taxus. Leitbündelfragmente vom typischen Bau der Coniferenblätter und -sprosse. Keine Trichome.

I. Im Mesophyll Steinzellen mit geschichteter Wandung und Porenkanälen. Oxalatkristalle in der Kutikula und in den Membranen der Mesophyllzellen. Verholzte Hypodermfasern. Transfusionszellen nur mit Wallrandfortsätzen, gewöhnlich zwei gerade, im Maximum bis 16 μ lange Auswüchse. Hoftüpfeldurchmesser 9 μ.

A. Mit Kutikularwall über jedem Schließzellpaar. Epidermiszellen der Spaltöffnungsfelder vereinzelt mit Kutikularhöckern. Spaltöffnungen meist parallel gerichtet, vereinzelt Drehung bis zu 90 Grad. Im Bereich der durchgehenden Hypodermlage keine Stomata.

J. phoenicea.

B. Ohne Kutikularwall. Epidermiszellen stets ohne Kutikularhöcker.

1. Spaltöffnungen stets parallel. Im Bereich der Hypodermlage keine Stomata. J. thurifera.

2. Spaltöffnungen mit regelloser Spaltrichtung. Im Bereich der verholzten Hypodermlage stereïdenfreie Partien mit einzelnen Stomata oder mit kleinen Gruppen derselben. Kutikularkristalle bis 4 μ Durchmesser.

Cupressus sempervirens (Kreta).

Nur die auf Kreta wildwachsende Form dieser Art besitzt Steinzellen. Nähere Angaben siehe S. 50. Im übrigen siehe betr. Pulver in dieser Tabelle unter II B 2**.

II. Ohne Steinzellen im Mesophyll.

A. Mit Kutikularwall über jedem Schließzellpaar.

1. Kutikularwall mit 5—6 Höckern. Spaltöffnungen stets parallel. Epidermiszellen der Spaltöffnungsfelder regelmäßig mit je 1—2 Reihen mehr oder weniger zusammenhängender, halbkugeliger Kutikularverdickungen über jeder Zelle. Keine Kristalle in der Kutikula und in den Membranen der Parenchymzellen. Kein Hypoderm. Transfusionszellen mit netzleistenförmigen

Verdickungsleisten und nur mit einfachen Tüpfeln. Spaltöffnungen von den Blattpolstern ohne Kutikularwall, Epidermiszellen hier ohne Kutikularerhebungen. Taxus baccata.

2. Wall glatt, ohne Höcker, fast kreisrund. Bei den Spaltöffnungen die Richtung der Spalten regellos, nicht parallel. Epidermiszellen der Spaltöffnungsfelder vereinzelt mit Kutikularerhebungen. Kristalle in der Kutikula und in den Membranen der Parenchymzellen. Verholztes Hypoderm. Transfusionszellen mit glatten Zellmembranen. Thuja occidentalis.

B. Ohne Kutikularwall. Epidermiszellen ohne Kutikularhöcker. Kristalle in der Kutikula und in den Membranen der Mesophyllzellen. Verholztes Hypoderm.

1. Bei den Spaltöffnungen die Richtung aller Spalten parallel.

a) Transfusionszellen ohne Wallrandauswüchse, hingegen Innenmembran mit Netzleisten. Hoftüpfeldurchmesser 8 μ. Auf 1 qmm im Mittel 38 Spaltöffnungen. J. communis.

b) Transfusionszellen mit Wallrandauswüchsen.

* Wallrandfortsätze kurz und gerade, mit einfacher Spitze. Innenmembran mit Netzleisten. Auf 1 qmm im Mittel 30 Spaltöffnungen. J. oxycedrus.

** Wallrandfortsätze kurz und gerade, Spitze stets vereinzelt gegabelt. Höcker- und leistenförmige Verdickungen der Innenmembran. Hoftüpfeldurchmesser 6 μ. J. Sabina und J. virginiana.

Eine mikroskopisch-anatomische Unterscheidung von J. Sabina und J. virginiana in feinem Pulver — nicht aber in grobem Pulver und in Speziesform — ist sehr schwierig. Verfälschungen von J. Sabina mit den Zweigspitzen von J. virginiana, welcher Baum in Europa kultiviert wird, wurden bisher weder in der Literatur bekannt, noch von uns an europäischen Handelsmustern von Summitates Sabinae beobachtet. Der verschiedene Gehalt an ätherischem Öl bei den Blättern beider Pflanzen (J. virginiana 0,2 %, J. Sabina 3—5 %) bildet ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal, wenn hinreichende Mengen Material für eine solche Gehaltsbestimmung zur Verfügung stehen.

2. Bei den Spaltöffnungen die Richtung der Spalten regellos, nicht parallel.

* Transfusionszellen mit zwei wurmförmigen, bis 10 μ langen Wallrandfortsätzen über jedem Hoftüpfel. Hoftüpfeldurchmesser 8 μ.

Biota orientalis.

** Transfusionszellen mit 2—3 kürzeren oder bis 15 μ langen Wallrandfortsätzen über jedem Hoftüpfel; keine Innenmembranauswüchse. Hoftüpfeldurchmesser 9 μ. Kutikularkristalle von 4 μ Durchmesser. Im Bereich der Hypodermlage sind je nach dem Zerkleinerungsgrad stereïdenfreie Partien mit einzelnen Spaltöffnungen oder kleinen Gruppen derselben zu bemerken.

Cupressus sempervirens
(siehe auch diese Tabelle I B 2).

Überblick und Schlußfolgerungen.

Wie unsere Untersuchungen gezeigt haben, müssen wir den bisherigen Resultaten und Ansichten früherer Forscher über den Bau der in dieser Arbeit behandelten Coniferenblätter in manchen Punkten widersprechen.

Prause gibt bei der Gattung Juniperus Bastfasern, die meist verholzt sind, am Phloëmrande der Blattleitbündel an und benutzt die Anzahl dieser Bastfasern zur Gliederung der Gattung Juniperus in drei Sektionen. Wir trafen diese Bastzellen niemals an bei J. Sabina, J. phoenicea und J. thurifera, während wir bei J. virginiana nur ein einziges Mal derartige Bastfasern, aber unverholzt, am Phloëmrande auftreten sahen.

Prauses Angaben über die Länge des Harzganges, über den Beginn desselben von der Blattspitze ab gerechnet, über die Dicke der Kutikula, über die Dicke der hypodermalen Bastschicht und über die Größe der Spaltöffnungen bei den Blättern von J. Sabina, J. phoenicea, J. thurifera, J. virginiana, J. oxycedrus, Thuja occident., Biota orient. bieten keine Handhabe zur Diagnose eines unbekannten Materials. Diese exakten Angaben Prauses sind scheinbar jeweils nur auf ein einziges Blattexemplar bezogen. Tatsächlich schwanken die angegebenen Maße für die Dicke der Kutikula und des Hypoderms sowie für die Größe der Spaltöffnungen schon innerhalb desselben Blattes ganz bedeutend; sie verlieren vollständig ihren Wert, auch in bezug auf den Ölgang, wenn man mehrere Blätter derselben Pflanze und Material verschiedener Herkunft miteinander vergleicht.

Die beiden Gattungen Juniperus und Biota lassen sich nach Prauses Untersuchungsergebnissen anatomisch nicht unterscheiden. Demgegenüber stellten wir fest, daß die Unterscheidung an Hand der jeweiligen Querschnittsbilder keine Schwierigkeit bereitet und daß sogar über den Rahmen von Prauses Arbeit hinaus in feinem Pulver die beiden fraglichen Gattungen, soweit deren Vertreter uns interessierten, nach der Spaltrichtung der Stomata identifiziert werden können.

Mahlert sagt unter anderem, daß die Spaltöffnungen der Cupressineen zu der Richtung der Längsachse des Blattes nicht bestimmt orientiert sind, sondern ordnungslos liegen. Berichtigend müssen wir hinzufügen, daß unter den Cupressineen die Gattung Juniperus fast in allen hier untersuchten Spezies axiale Spaltrichtung der Schließzellen aufweist.

Entgegen der Ansicht Perrots und Mongins, daß das Sabinablatt auf dem Rücken nie Spaltöffnungen besitzt, entgegen der Meinung Schröters, daß die Rückenseite des fraglichen Blattes meistens

ohne Stomata ist, und im Gegensatz zu Prause, nach welchem Autor auf der Rückenseite des Sabinablattes nur selten Spaltöffnungen vorkommen, konnten wir in Übereinstimmung mit Klemm und Lazarski konstatieren, daß bei Sabina auf dem Blattrücken (morphologische Blattunterseite) regelmäßig Spaltöffnungsfelder entwickelt werden.

Im Widerspruch zu Perrot-Mongin und zu Strübing besitzt auch J. phoenicea auf dem Blattrücken stets Spaltöffnungsfelder. Alle von uns untersuchten Schuppenblätter von Cupressineen (auch diejenigen von J. thurifera entgegen der Meinung Perrots und Mongins) tragen stets Spaltöffnungsfelder auf der Blattrückenseite (morphologische Unterseite).

Perrot und Mongin beobachteten bei J. phoenicea niemals Querschnitte durch ein Blattpaar; nach diesen Autoren besitzt die Pflanze spiralige Blattstellung, Phyllotaxis 1/5, d. h. jedes sechste Blatt liegt in der Geradzeile über dem ersten. Collin sagt, daß die Blätter der fraglichen Pflanze alternierend zu sein scheinen. Schröter fand bei den Blättern von J. phoenicea stets dekussate Stellung, aber keine Dreierwirtel. Beißner erwähnt nur vierfach gegenständige Schuppenblätter.

Nach unseren Untersuchungen stehen die Blätter von J. phoenicea bei dünnen Zweigen in kreuzgegenständigen Blattpaaren zu vier Geradzeilen am Sproß, bei üppigen Zweigen sind die Blätter in der Weise angeordnet, daß je drei Schuppen einen Wirtel bilden. Diese Dreierquirle alternieren derart regelmäßig miteinander, daß am Sproß sechs Orthostichen entstehen und also das siebte Blatt stets über dem ersten liegt.

Perrot und Mongin sagen weiter, daß die Transfusionszellen von J. Sabina der Hoftüpfel entbehren. Demgegenüber müssen wir erneut darauf hinweisen, daß in diesen Zellen reichlich behöfte Tüpfel auftreten, was Collin bereits 1901 in seinen Zeichnungen niedergelegt hat. Im übrigen fanden wir, daß die Durchmesser der Hoftüpfel bei jeder Spezies ziemlich konstant sind, sodaß man die Ausmaße der Hoftüpfel zwischen gewissen Spezies, z. B. zwischen J. Sabina mit 6 μ und Cupress. semperv. mit 9 μ Durchmesser gut in der Pulveranalyse auswerten kann.

Die Ausbildung der Auswüchse auf den Wallrändern der Hoftüpfel und auf der Innenseite der Membran der Transfusionszellen, das Vorkommen und Fehlen derartiger Gebilde wurde bereits von vielen Autoren, so von Klemm, Lazarski und Prause, zur Charakterisierung von einzelnen Cupressineengattungen benutzt. Wir beobachteten innerhalb der Gattung Juniperus sogar bei den einzelnen Spezies mancherlei Unterschiede in der Ausbildung der Wallrand- und Membranfortsätze und zogen diese Merkmale in unseren Bestimmungstabellen mit gutem Erfolg zur Unterscheidung heran.

Die Angabe Möllers in der Real-Enzyklopädie der gesamten Pharmazie, daß bei J. Sabina Zweierwirtel durch späteres Wachstum zu Dreierquirlen werden, erweist sich als irrig. Bei Durchmusterung

von reichlichem lebenden Material konnten wir stets konstatieren, daß durch Längenwachstum der Sabinazweige niemals eine Änderung der ursprünglichen Blattstellung erfolgt.

Im gleichen Werk und im „Leitfaden zu mikroskopisch- pharmakognostischen Übungen 1901" gibt Möller eine irreführende Abbildung der „charakteristischen Oberhaut" von J. Sabina. Eine derartig ausgebildete Epidermis ist nicht nur J. Sabina, sondern fast allen hier beschriebenen Cupressineenblättern eigen. Die von Möller gezeichneten Spaltöffnungen entsprechen nicht dem Bilde der typischen Coniferenspaltöffnungen; diese Stomata können ebensogut einer angiospermen Pflanze angehören. Wird die Möllersche Zeichnung in gerichtlichen Fällen zur Erkennung von verdächtigem Blattmaterial herangezogen, so ist es unmöglich, nach dieser Abbildung auf eine Conifere, geschweige denn auf J. Sabina zu schließen.

Mitlacher spricht im Kommentar zur österreichischen Pharmakopoe 1906 bei den Spaltöffnungen von J. Sabina von „ankerförmigen Kutikularverdickungen". Im Ergänzungsband zum Deutschen Arzneibuch vom Jahre 1916 ist von „Kutikularleisten" die Rede. Demgegenüber sei festgestellt, daß nach Mahlerts Untersuchungen vom Jahre 1885 und nach unseren eigenen Beobachtungen diese „Kutikularleisten" mit der Kutikula nichts zu tun haben, sondern daß diese Gebilde das Flächenbild der verholzten Mittelwände zwischen den Berührungsflächen der beiden Schließzellen darstellen und somit dem Spaltöffnungsapparate selbst angehören.

Nach Mitlacher ist ferner eine Differentialdiagnose zwischen J. Sabina, Biota orient. und Thuja occident. in Pulverform durch die mikroskopische Untersuchung mit absoluter Sicherheit nicht ausführbar. Entgegen dieser Ansicht gelang es uns, gerade bei diesen drei genannten Spezies ohne Schwierigkeit die feinen Pulver an Hand der Lagerung der Spaltöffnungen zueinander und auf Grund der jeweiligen Ausbildung der Transfusionszellen zu unterscheiden. (Näheres siehe Bestimmungsschlüssel II.)

Ebenso sind wir entgegen den Untersuchungsergebnissen Lazarskis imstande, J. Sabina, J. phoenicea, Biota orient., Thuja occident., J. communis, J. oxycedrus und Taxus baccata histologisch derart zu charakterisieren, daß alle genannten Drogen im zerkleinerten Zustand erkannt und auch voneinander unterschieden werden können. Dieses Ziel erreichten wir in der Weise, daß wir noch mehr, als Lazarski es tat, ins Detail eindrangen. So stellten wir z. B. in selbst zerkleinertem Blattpulver fest, daß die Epidermisfetzen im feinen Pulver immer noch groß genug sind, um die Verschiedenheit in der Lagerung der Spaltöffnungen zueinander zur Erkennung der einzelnen Spezies heranzuziehen.

Nach Angaben Lazarskis sind die Zellen der subepidermalen Schicht bei J. Sabina nicht verholzt. Außerdem unterscheidet sich nach Ansicht desselben Autors J. oxycedrus von J. communis durch seine nicht getüpfelten Epidermiszellen. Beide Beobachtungen beruhen auf einem Irrtum, denn J. Sabina hat neben unverholzten Bast-

fasern stets verholztes Hypoderm. Die Verholzung wurde nachgewiesen durch Phloroglucin-Salzsäure und ferner mit Casparis Holzreagens. J. oxycedrus besitzt ebenso wie J. communis und alle anderen hier untersuchten Coniferenblätter in seinen Oberhautzellen stets getüpfelte Epidermiszellen.

Nach Perrot und Mongin (1902) besteht die französische Sabinadroge des Handels aus einem Gemenge von ungleichen Teilen J. Sabina, J. phoenicea und J. thurifera var. gallic. Demgegenüber fanden wir in acht als Sabina aus verschiedenen Quellen des französischen Großhandels bezogenen Mustern weder Zweigspitzen von J. Sabina noch von J. thurifera, sondern nur Zweige von J. phoenicea.

Freemann (1906) gibt an, daß in England hauptsächlich für medizinale Zwecke die typische Sabina und ihre Varietät J. Sab. var. tamariscifolia angebaut wird. Unsere aus England bezogenen drei Sabinahandelsmuster enthielten keine Zweigspitzen von J. Sabina, sondern nur solche von J. phoenicea. Nach der neusten Auflage von Greenish „Die mikroskopische Untersuchung von Nahrungsmitteln und Drogen 1923" bedarf die auf die bisherigen Literaturangaben eingestellte Beschreibung von J. Sabina ebenso wie in anderen Sammelwerken einer Berichtigung an Hand unserer neuen Forschungsergebnisse. —

Außer diesen Richtigstellungen der Untersuchungsergebnisse früherer Autoren führte unsere Arbeit zu folgenden weiteren Resultaten:

Die bisherigen Beobachtungen über den Bau der Spaltöffnungen der Coniferen zeigten uns neben der eigenartigen Verholzung des Schließzellapparates an den Polenden der Mittelwand im Flächenbild stets fühlerförmige Fortsätze. In der Literatur sind mit Ausnahme von Mahlerts vorn zitierter Bemerkung keine weiteren Angaben darüber gemacht, ob diese fühlerförmigen Gebilde an den Polenden allen Coniferenspaltöffnungen eigen sind. Zur Beantwortung dieser Frage untersuchten wir nachfolgende Nadelholzblätter und gleichzeitig auch Blätter von einzelnen Vertretern der übrigen Familien der Gymnospermen auf diese Eigentümlichkeit der Spaltöffnungen im Vergleich zu denen der Coniferen:

1. Cycadinae:
   Cycas revoluta L., Cycas circinalis L., Dioon edule Lindl., Ceratozamia mexicana Brongn.
2. Ginkgoinae:
   Ginkgo biloba L.
3. Coniferae:
   Cryptomeria japonica Don, Sequoia gigantea Torr., Sciadopitys verticillata Sieb. u. Z., Cephalotaxus pedunculata fastigata Carr. Juniperus nana Willd., Juniperus squamata Don.
   Abies pectinata D. C., Abies balsamea Mill., Larix europae D. C., Cedrus Libani Barrel, Picea excelsa Link, Pinus silvestris L., Pinus Cembra L.
   Araucaria imbricata Pav., Arauc. Cuninghamia, Agathis Dammara Lamb., Callitris quadrivalvis.
   Podocarpus latifolia Wall.

4. Gnetinae:
   Welwitschia mirabilis Hook., Ephedra helvetica C. A. Meyer, Gnetum Gnemon L.

Alle hier untersuchten Blätter aus den verschiedenen Familien der Gymnospermen zeigen gleichen Spaltöffnungsbau.

An den Polenden der Mittelwand zwischen den Berührungsflächen der beiden Schließzellen befinden sich stets fühlerförmige Fortsätze: bei allen Coniferenblättern sind die beiden Verdickungslamellen in jeder Schließzelle und die Mittelwand mit ihren fühlerförmigen Polenden ausnahmslos verholzt. Die gemeinsamen Merkmale aller Coniferenspaltöffnungen, die wir mit dem Namen „Coniferenspaltöffnungstyp" kennzeichnen, sind, um dieses noch einmal hervorzuheben, folgende:

1. Elliptische, unter das Epidermisniveau eingesenkte Stomata.
2. Fehlen der leistenartigen Vorsprünge, die bei den Spaltöffnungen der meisten angiospermen Pflanzen den Vor- und Hinterhof bilden.
3. Eine obere und eine untere verholzte Verdickungslamelle in jeder der beiden Schließzellen.
4. Zwischen den Berührungsflächen der beiden Schließzellen je eine verholzte Mittellamelle mit fühlerförmigen Häkchen an den äußeren Polenden.

Von den Vertretern der übrigen Familien der Gymnospermen haben Stomata vom Coniferenspaltöffnungstyp: Ephedra helvetica und alle Cycadeen. Gegenüber den Spaltöffnungen der Coniferen unterscheiden sich die Stomata von Ginkgo, Welwitschia und Gnetum Gnemon im wesentlichen dadurch, daß sie keinerlei Verholzung des Schließzellapparates zeigen. —

Nach erstmaliger Feststellung in geschnittener Handelsdroge fanden wir dann bei Untersuchung von Blättern an lebenden Sabinasträuchern an der gleichen Pflanze sowohl Blätter von J. Sabina var. tamariscifolia und von J. Sabina var. cupressifolia. Bei weiterem Studium der Blattform und Blattstellung fanden wir am gleichen Exemplar stets folgende 5 Blattypen mit jeweils entsprechender zwei- und dreigliedriger Quirlstellung:

Typ 1 u. 2. Schuppenblätter, nur in kreuzgegenständigen Blattpaaren.
Typ 3. Schuppennadeln in kreuzgegenständigen Blattpaaren und in alternierenden Dreierquirlen.
Typ 4. Langtriebblätter in kreuzgegenständigen Paaren und in alternierenden Dreierquirlen.
Typ 5. Nadelblätter in kreuzgegenständigen Blattpaaren. (Siehe Zeichnung 6—10 Seite 22 u. 23.)

Übergänge von einer Blattform zur nächstähnlichen sind häufig; einen Wechsel in der Quirlstellung am gleichen unverzweigten Sproß beobachteten wir jedoch nie. Bei den Varietäten J. Sabina var. cupressifolia und J. Sabina var. tamariscifolia scheint jeweils Typ 1 und 2 oder Typ 3

vorzuherrschen, oder die Ausbildung gewisser Blattypen ist hier konstant geworden. Für die Praxis macht das italienische Arzneibuch keinen Unterschied in der Verwendung der beiden Sabinavarietäten; die anderen Arzneibücher sprechen nur von Zweigspitzen von Juniperus Sabina L. Wir legten unserer Arbeit und unseren Bestimmungstabellen nicht die Bezeichnung nach Blattvarietäten zugrunde, sondern suchten durch Aufstellung von bestimmten Typen Ordnung in die Beschreibung der mannigfachen Formen und in ihre entsprechenden Querschnitte zu bringen. Ob es berechtigt ist, für Sabina eigene Varietäten aufzustellen, sei dahingestellt.

Bei J. virginiana unterscheiden wir nur Schuppen- und Nadelblätter; doch herrscht hier hinsichtlich der Blattzahl eines Quirles (2 oder 3) und hinsichtlich des Wechsels von Schuppen- und Nadelblättern, sowie von Zweier- und Dreierquirlen an verschiedenen und sogar an der gleichen Sproßachse die größte Mannigfaltigkeit. Wir beobachteten:

1. Schuppenblätter in kreuzgegenständigen Blattpaaren am gleichen Sproß.
2. Nadelblätter in kreuzgegenständigen Blattpaaren am gleichen Sproß.
3. Schuppenblätter in kreuzgegenständigen Blattpaaren und am gleichen Sproß Nadelblätter, bei denen einige Zweier- mit Dreierquirlen wechselten.

Bei den Kurztrieben von Cupress. semperv., Biota orient. und Thuja occident. sind jeweilen zwei verschieden ausgebildete kreuzgegenständige Blattpaare, nämlich die Flächen- und Kantenblätter, vorhanden. Zur Orientierung über die Anatomie dieser Schuppenblätter von Kurztrieben ist stets die Beschreibung zweier Querschnitte, durch je ein Flächen- und je ein Kantenblattpaar, nötig. Da die Langtriebe dieser drei Spezies radiären Bau zeigen, gehört zur Vervollständigung des anatomischen Bildes dieser Drogen noch ein weiterer Querschnitt durch einen solchen Langtrieb.

Bei einem Schnitt genau durch die Mitte der Längsachse vom Schuppenblattpaar von J. Sabina Typ 1 und 2 sind zwischen den Seitenwänden der gegenständigen Blätter im Gegensatz zu etwas weiter oben geführten Schnitten keine Ansätze der Blätter des nächsthöheren Wirtels zu sehen. —

Die Tüpfelung der Epidermiszellen der Spaltöffnungszone ist nicht nur bei J. Sabina zarter als die Tüpfelung der spaltöffnungsfreien Epidermis; man trifft diese Eigentümlichkeit bei fast allen hier untersuchten Cupressineen häufig an; sie ist mithin kein die Sabina allein charakterisierendes Merkmal. —

Bei Nadelblättern von J. Sabina, J. virginiana, J. communis, J. oxycedrus und auch bei den Schuppenblättern mancher Cupressineen sind nicht nur die inneren Tangential- und die Seitenwände der Epidermiszellen häufig verholzt, was bereits Noack angegeben hat, sondern es dringen auch von der inneren Tangentialwand leistenförmige verholzte Fortsätze zwischen die an sich unverholzten Fasern des Hypoderms, so daß bei

Flächenansicht der Eindruck hervorgerufen wird, daß auch die Hypodermfasern in ihren Außenwandungen verholzt sind. Selbstverständlich kommen bei den angeführten Blättern auch verholzte Stereïden vor, so fast immer in der Blattspitze und in den Blatträndern. —

Bekanntlich besitzen die Cupressineenblätter in den Zellmembranen des Mesophylls und in der Außenwand der Epidermis sehr viele kleine Calciumoxalatkristalle, über deren Zusammensetzung und Vorkommen Solms-Laubach eingehend berichtet hat. Wir fanden aber weder bei diesem Autor noch sonstwo in der Literatur Aufschluß darüber, wie diese Oxalate in die kutinisierte Außenwand gelangen. Cupressus sempervirens weist unter allen hier beschriebenen Coniferen die größten Kristalle auf. Über die Ablagerung und Abschließung dieser Gebilde in der äußeren Kutikularschicht scheint uns nach unserer entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung folgende Deutung angebracht: In den jüngsten Stadien der Blattentwicklung liegt ein sehr dünnes, kristallfreies Kutikularhäutchen auf der Außenwand der Epidermiszellen. In einem etwas späteren Stadium ist letztere dicker, und an ihrer Innenseite werden vom Protoplasma vorläufig noch in diesem gelegene dünne Kristallplättchen abgeschieden, die durch weitere Anlagerung wachsen und nach Erlangung der Größe, welche sich von derjenigen alter Blätter nicht mehr unterscheidet, von weiteren lücken- und porenlosen, neu ausgeschiedenen Wandschichten vom Zellumen abgetrennt werden. Später werden die Kristalle bei noch stärkerer Entwicklung der Außenwand weit in die äußere Partie der Kutikularschicht hinausgeschoben. Dieser ganze Vorgang spielt sich nahe dem Vegetationspunkt ab. —

Im Parenchym des Blattes von Cupressus semp., das auf Kreta gesammelt worden war, zeigten sich Steinzellen in gleicher Ausbildung wie im Blatte von J. phoenicea und J. thurifera, die an dem uns sonst zur Verfügung stehenden reichlichen Material von Cupress semp. niemals beobachtet wurden. —

Die Stomata der Blattspreiten von Taxus baccata besitzen bekanntlich rings um jedes Schließzellpaar einen 5—6 höckerigen Kutikularwall und auf den Epidermiszellen der Spaltöffnungsfelder warzenförmige, mehr oder weniger zusammenhängende Kutikularprotuberanzen (Fig. 33); auf den Blattkissen derselben Spezies kommen keinerlei Kutikularauswüchse zustande, weder rings um das Schließzellpaar noch auf den Epidermiszellen.

Nicht nur das Taxusblatt besitzt einen Kutikularwall rings um jedes Schließzellpaar; wir fanden auch bei den Blättern von J. phoenicea und Thuja occident. regelmäßig einen glatten Kutikularwall rings um jedes Schließzellpaar und außerdem vereinzelte Kutikularhöcker auf den Epidermiszellen der Spaltöffnungszone. —

Die aus England, Frankreich und Spanien als Summitates Sabinae bezogenen Handelsmuster bestanden sowohl in der Speziesform als auch in der gepulverten Droge nur aus den Zweigspitzen — bei der geschnittenen Ware mit zwei- und dreigliederigen Schuppenblättern — von J. phoenicea, während die schweizer und deutschen Handelsmuster echte Sabina waren (siehe Abschnitt Handelsdrogen). —

An Hand der zwei von uns aufgestellten Bestimmungstabellen ist man entgegen bisheriger Annahme in der Lage, die Blattdrogen von J. Sabina, J. phoenicea, J. thurifera, J. communis, J. oxycedrus, Biota orient., Thuja occident., Cupressus semperv. und Taxus auch in Form von feinem Pulver histologisch sowohl von J. Sabina als auch voneinander zu unterscheiden.

J. virginiana ist in Speziesform und in grobem Pulver gegenüber J. Sabina und den oben genannten Spezies kenntlich, hingegen ist eine Differentialdiagnose zwischen J. Sabina und J. virginiana in feinem Pulver mikroskopisch kaum ausführbar. In zweifelhaften Fällen ergibt die Ölgehaltsbestimmung Aufschluß (J. Virg. 0,2%, J. Sabina 3—5%). —

Auf Grund unserer Untersuchungen über J. Sabina schlagen wir zur Aufnahme in die Arzneibücher folgenden Text als Grundlage vor:

Summitates Sabinae.

Die jüngsten Zweigspitzen von J. Sabina L. Etwa vorhandene blau bereifte Beerenzapfen bis 8 mm Durchmesser, auf kurzen Zweigen überhängend.

Zusammengedrängte Ästchen mit kreuzweise gegenständigen paarigen Wirteln. Einzelblättchen hauptsächlich schuppenförmig, kurz oval, fest anliegend, dachig oder rhombisch lanzettlich mit manchmal unvermittelt vom Sproß weit abstehender Spitze. Auf dem gewölbten Rücken in der Mitte ein etwas eingesenkter, rundlicher oder länglich linealer Sekretbehälter. Daneben vereinzelte sproßverwachsene Langtriebblätter, anliegende oder weit abstehende Nadelschuppen — beide Blattformen in zwei- und dreigliedrigen Quirlen — und lange Nadelblätter.

Mikroskop: Epidermis der spaltöffnungsfreien Zone aus weitlumigen, axial gestreckten, nach außen vorgewölbten, an den Seiten grob perlschnurartig getüpfelten Zellen. Epidermis der Spaltöffnungsfelder aus polygonalen, in den Seitenwänden fein getüpfelten Zellen, ohne bestimmte Orientierung. In der äußeren Schicht der kutinisierten Außenwand, und zwar nur der grob getüpfelten Epidermiszellen, zahlreiche, im Mittel 2 μ große flache Oxalatkristalle. Spaltöffnungen auf der Innen- oder Oberseite der Schuppenblätter in zwei an der Spitze zusammenhängenden Feldern, auf der Außen-, Rücken- oder Unterseite in zwei durch ein freies Mittelfeld völlig getrennten Längsstreifen, die von der Basis bis etwa zur oberen Grenze des Ölganges reichen.

Elliptische, an den Polen eingekerbte Stomata, undeutlich reihenförmig innerhalb der Spaltöffnungsfelder; Spaltrichtung regelmäßig axial. In jeder Schließzelle zwei verholzte Verdickungslamellen und beiderseits an den Polen eine verholzte Mittelwand mit fühlerförmigen Häkchen. Querschnitt durch ein Schuppenblattpaar oval, mit zwei tiefen schmalen Einschnitten und mit einem sehr großen elliptischen Ölraum in jedem Blatt. Unter der Epidermis des Blattrückens ein- bis zweischichtiges, meist verholztes Hypoderm aus stark verdickten Bastfasern; darunter ein-

schichtige Palisaden, dann Schwammgewebe. Membranen des Mesophylls auf ihrer Innenfläche mit Kalkoxalat bedeckt. Blattleitbündel nahe am Sproßleitbündel.

Transfusionsgewebe als schmaler Saum am Blattleitbündel bis zur Mitte des Blattes, im basalen Blatteil als zwei breite, frei endigende Stränge.

Pulver: Stückchen der Blattrückenseite mit derbwandigen, in gleicher Richtung gestreckten, grob perlschnurartig getüpfelten Epidermiszellen, und in deren Kutikula zahlreiche kleine, flache Oxalatkristalle. Innenseits an der Epidermis meist anhängende verholzte Hypodermfasern.

Fragmente der Spaltöffnungsfelder mit zarter Tüpfelung der Zellmembranen, ohne Kutikularkristalle und mit parallel gerichteten Spaltöffnungen von oben bereits angegebenem Bau.

Parenchymfetzen mit vielen kleinen Oxalatkristallen auf der Innenmembran der Zellen. Verholzte Transfusionszellen mit behöften Tüpfeln von 6 μ Durchmesser und mit verschiedenartigen Auswüchsen auf dem Wallrand und auf der Innenmembran. Leitbündelfragmente und verholzte Korkteilchen, keine blatteigenen Steinzellen. Geruch besonders beim Verreiben stark terpentinartig, Geschmack bitter und scharf.

Aschengehalt maxim. 7 %.

Ölgehalt 3—5 %.

Literaturverzeichnis.

1. Adler, Friedrich. Bestimmung des Aschengehaltes einiger Arzneidrogen und deren Grenzzahlen. Diss. Basel 1921.
2. Ascherson, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Bd. I.
3. De Bary, Über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Ztg. XXIX, 1871.
4. Beckmann, E., Anwendung der Kryoskopie zur Beurteilung von Gewürzen und anderen Drogen. Archiv d. Pharm. Bd. 245.
5. Beißner, Handbuch der Nadelholzkunde.
6. Berthold, C., Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Blätter. Breslau 1875.
7. Bertrand, C. E., Anatomie comparée des tiges et des feuilles chez les Gnétacées et les Conifères. Annal. des sciences nat. V. sèr. Bot. XX, 1874.
8. Casparis, P., Beiträge zur Kenntnis verholzter Zellmembranen. 1920.
9. Coincy, de, Sur le Juniperus Sabina v. arborea des environs de Grenoble. Bull. soc. bot. de Fr. 1897.
10. Collin, M. E., Sur la Sabine entière et pulverisée des pharmacies françaises. Journal de Pharmacie et de Chimie 1901.
11. Coulter, J. M., and J. N. Rose, Synopsis of North American Pines, based upon leaf-anatomy. (Bot. G. XI. pag. 256—262, 309—209, with plate VIII.)
12. Daguillon, Observations sur la structure de feuilles de quelques Conifères. Bull. soc. bot de Fr. 1888.
13. Dragendorff, Die Heilpflanzen aller Zeiten und Völker.
14. Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien. II. Teil 1. Abt. S. 40.
15. Ergänzungsband zum Deutschen Arzneibuch. 1916.
16. Frank, A., Über die Entstehung der Gefäßbündel und der dasselbe begleitenden Zellen in den Blättern von Taxus baccata. Bot. Zeit. 1864.
17. Freemann, W. G., Die Sabinablätter des Handels. Pharm. Praxis 1906 S. 11.
18. Gildemeister u. Hoffmann, Die äther. Öle. Bd. II S. 170 u. 171.
19. Greenish, Henry G., The microscopical examination of Foods and Drugs. 1923 S. 135.
20. Guigues, P., Une fôret de sabines dans les Hautes-Alpes. Bull. sc. pharmak. 1902.
21. Hannig, E., Untersuchungen über die Harzbildung der Coniferennadeln. Zeitschrift f. Bot. 14. Jg.
22. Hildebrand, Über den Bau der Coniferenspaltöffnungen. Bot. Zeit. 1860.
23. Index Kewensis Plantarum Phanerogamarum. 1894.
24. Kirchner, Löw u. Schröter, Die Coniferen und Gnetaceen Mitteleuropas. (Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas.) 1908.
25. Klemm, Über den Bau der beblätterten Zweige der Cupressineen. Jahrbuch für wissensch. Bot. Berlin 1886.
26. Lazarski, Jos., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Blätter einiger Cupressaceen. Zeitschr. d. allg. österr. Apothekervereins 1880.
27. Mahlert, A., Beiträge zur Kenntnis der Anatomie des Laubblattes der Coniferen mit bes. Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Bot. Zentralblatt 1885.
28. Mitlacher, W., Toxikologisch oder forensisch wichtige Pflanzen und vegetabilische Drogen. 1904.
29. v. Mohl, Untersuchung der Blätter von Sciadopitys. Bot. Zeit. 1871.
30. Möller, J., Leitfaden zu mikroskopisch-pharmakognost. Übungen. 1901.
31. Mongin, H., Étude anatomique de la feuille des Juniperinées. École sup. de Pharm. 1902. Pharm. Journ. 1905.
32. Noack, F., Der Einfluß des Klimas auf die Cuticularisation und Verholzung der Nadeln einiger Coniferen. Jahrb. f. wissensch. Bot. 1887.

33. Perrot, E., et Mongin, A propos de la Sabine et des espèces botaniques de Juniperus fournissant la drogue commerciale. Bull. de sc. Pharmak. 1902.
34. Pfeffer, W., Über Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper. Abh. d. math.-phys. Klasse d. Kgl. sächs. Gesellsch. d. Wissenschaften 1890.
35. Pharmakopöa Gallica 1900.
36. Pharmakopöa Belg. nov. tert. 1906.
37. Pharmakopöa Helvetica 1907.
38. Pharmakopöa Italica 1909 u. 1920.
39. Pharmakopöa Nederlandica 1914.
40. Pharmakop. of the United States of America 1890.
41. Prause, Alf., Beiträge zur Blattanatomie der Cupressineen. Diss. Breslau 1909.
42. Real-Enzyklopädie der ges. Pharmacie 1908. Bd. II.
43. Schimmel & Cie. Bericht 1894 S. 56.
44. Schwabach, Elise, Zur Entwicklung der Spaltöffnungen der Coniferen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1902.
45. Schumann, G., Praktikum für morphologische und systematische Botanik. 1904. S. 353.
46. Schwendener, Über den Bau und die Mechanik der Spaltöffnungen. Monatsber. d. Kgl. preuß. Akadem. d. Wissensch. 1881.
47. Stolziski, P., Die Tangeln oder Nadelblattgewächse. Pharm. Post 1884.
48. Straßburger, Die Siebtüpfel in Rücksicht auf Arth. W. Hills soeben erschienene Arbeit: The histology of the Sieve-Tubes of Pinus.
49. Strübing, O., Die Verteilungen der Spaltöffnungen bei den Coniferen. Königsberg 1888.
50. Solms-Laubach, H., Über einige geformte Vorkommnisse oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen. Bot. Zeit. 1871.
51. Thomas, F., Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter. Jahrb. f. wissensch. Bot. Jahrg. 1865/66.
52. Tubeuf, Haarbildungen der Coniferen. Forstl. naturw. Zeitschr. 1896.
53. Tunmann, O., Pflanzenmikrochemie.
54. Unmey, John C., u. Bennet, C. T., Das Öl von Juniperus phoenicea. Pharm. Journal 1905.
55. Tschirch, A., Über den Ort der Öl- bezw. Harzbildung bei den schizogenen Sekretbehältern. Ber. d. Deutschen bot. Ges. Bd. 11.
56. Tschirch, A., Die Nadeln der Coniferen. Schweiz. Apoth.-Ztg. 1903.
57. Tschirch, A., Angewandte Pflanzenanatomie.
58. Tschirch, A., Die Cuticularfalten. Schweiz. Apoth.-Ztg. 1916.
59. Vogl, Aug., Kommentar zur österreichischen Pharmakopoe. 1906.
60. Waal, M. de, Het onderzoek van plantenpoeders van de Pharmacopee. Pharm. Weekblad 1922.
61. Warnecke, Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungen. Kiel 1911.
62. Weiß, A., Untersuchungen über die Zahlen- und Größenverhältnisse der Spaltöffnungen. Jahrb. f. wissensch. Bot. 1865/66 S. 125.
63. Wettstein, Ritter v., Über die Verwertung anatomischer Merkmale zur Erkennung hybrider Pflanzen. Tabelle veröff. in Pharm. Post 1888.
64. Wiesner, Jul. v., Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. 2. Bd.
65. Wilhelm, Über eine Eigentümlichkeit der Spaltöffnungen der Coniferen. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. 1883.
66. Winkler, C., Zur Anatomie von Araucaria brasiliensis. Bot. Zeit. 1872 S. 597.
67. Zang, W., Die Anatomie der Kiefernadel und ihre Verwendung zur systematischen Gliederung der Gattung Pinus. Gießen 1904.
68. Zörnig, H., Tabelle zur mikroskopischen Bestimmung der offizinellen Drogenpulver.
69. Zörnig, H., Arzneidrogen. Bd. 1 u. 2.